த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—412

பொறியியலில் வேதியியல்

(மூன்றும் புத்தகம்)

[இரண்டாம் ஆண்டு B.E. (S.U.S.) பட்டப்படிப்பிற்குரியது]

ஆசிரியர்
பெ. ச. சிவநேசன், பி.எஸ்ஸி. (ஆனர்ஸ்),
வேதியியல் துணைப் பேராசிரியர்,
பொறியியல் கல்லூரி,
சென்னை.



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition — January, 1973

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 412

CHEMISTRY IN ENGINEERING (Book III)

P. C. SIVANESAN

Price Rs. 7-30

'Published by The Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.'

Printed by
Muthukumaran Press,
Madras-1.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி-உள்ளாட்சித்துறை அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பன்னிரண்டாண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில் கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெரு முயற்சியைக் குறிப்பிட்டுக் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இருவகையிலும் தமிழ் நாட்டுப் பாட நூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றுன '**பொறியியலில் வேதியியல்-III**' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் **412**ஆவது வெளியீடாகும். இதுவரை **447** நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப் படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை ; ஆதலின், உழைத்து, வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

1. அறிமுகம்

வேதியியல் பொருள்களின் அமைப்பைப் பற்றியும், அவற்றின் பண்புகளைப் பற்றியும், விவரிக்கும் அறிவியல் பகுதியாகும். அண்மைக் காலத்தில் பொருட்களின் பண்புகளுக்கும், அவற்றின் அமைப்புகளுக்குமுள்ள தொடர்புகளை அறிய விஞ்ஞானிகள் முற்பட்டு அதில் பெருமளவு வெற்றியும் பெற்றுள்ளனர். வைரமும், கிராஃபைட்டும் கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட பொருள்களாக இருப்பினும், அவற்றின் பண்புகளில் பெரிதும் மாறுபட்டுள்ளன. உதாரணமாக, வைரம் மின் அரிதில் கடத்தியாகவும் கிராஃபைட் மின் எளிதில் கடத்தியாகவும் உள்ளன ; வைரம் மிக்க கடினமான பொருளாகவும், கிராஃபைட் வழவழப்பான, எளிதில் படல் படலாகப் பிரியக் கூடிய பொருளாகவும் உள்ளன. வைரத்திலும், கிராஃபைட்டிலும் கார்பன் அணுக்கள் இணைக்கப் பட்டுள்ள அமைப்பை யொட்டி அவற்றின் பண்புகள் வேறுபட்டிருப்பதை எளிதாக விளக்க முடிகின்றது.

பொறியியலின் பல்வேறு துறைகளிலும் தற்காலத்தில் பல புதிய பொருள்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. உதாரணமாக, தொன்று தொட்டு கட்டப்படும் வீடுகள், பாலங்கள் போன்றவைகளில் செங்கற்கள், இரும்பு, மரம் போன்றவைகளுக்குப் பதிலாகப் பல்வேறு செயற்கைப் பொருள்களும், உலோகக் கலவைகளும் பயன்படுத்தப்படுவது நாம் அறிந்ததே.

நவீன பொறியாளர்கள், விண் ஊர்திகள், ஏவுகணைகள், பிற அண்டங்களுக்குச் செல்லும் விண் வெளிக் கப்பல்கள், கம்ப்யூட்டர்கள் போன்ற பல்வேறு நவீன சாதனங்களை அமைக்கும் பணியில் ஈடுபட்டுள்ளனர்.

இச் சாதனங்களை அமைப்பதில், குறிப்பிட்ட சில சிறப்புப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ள பொருட்கள் தேவைப்படுகின்றன.

எனவே பொறியாளர்கள் பல்வேறு பொருட்களின் பண்புகளைப் பற்றி அறிய வேண்டியுள்ளது. பண்புகளுக்கும், பொருட்களின் அமைப்புகளுக்கும் நெருங்கிய தொடர்புள்ள காரணத்தால், பொருட்களின் அமைப்புகளையும், பல்வேறு சூழ்நிலைகளில் அவற்றின் அமைப்புகளிலும், பண்புகளிலும் ஏற்படும் மாறுதல்களையும் நன்குஅறிவதால் தகுந்த பொருட்களைப் பொறியாளர்கள் தேர்ந்தெடுக்க முடிகின்றது.

பொருட்களின் பண்புகளைப் பல்வேறு வகைகளில் பாகுபடுத்தலாம். பொறியியலின் துறையில் பயன்படும் பொருட்களின் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கீழ்க்காணும் பண்புகளைப் பொறியாளர்கள் நன்கு அறிய வேண்டியுள்ளது.

எந்திரப் பண்புகள் :—வலிவு, உறுதி, தகடாகும் தன்மை...

மின் பண்புகள் :—மின் கடத்தும் திறன், எலெக்ட்ரான் ஒளிரும் திறன்...

காந்தப் பண்புகள் :—காந்தத்தால் ஈர்க்கப்படும் திறன், காந்தமாக மாறும் திறன்......

வெப்பப் பண்புகள் :—வெப்பக் கடத்து திறன், வெப்பத்தின் விரிபு......

வேதிப் பண்புகள் :—அமில அல்லது காரத் தன்மை, அரிமான எதிர்ப்பு......

பௌதிகப் பண்புகள் :—அடர்த்தி, உருவ அமைப்பு,... ....

பொருட்களின் அடிப்படைப் பண்புகளில் பல அவற்றின் அமைப்புக்கேற்ப இருப்பினும், வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில், சில பண்புகள் மட்டும் மாறுதல்கள் அடைவது உண்டு. இவற்றையும் பொறியாளர்கள் மனத்தில் கொண்டு பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல் வேண்டும்.

ஒரு புதிய விண்கலணையின் அமைப்பை வகுப்பதில் ஒரு பொறியாளர் ஈடுபட்டிருந்தால் அதிலுள்ள முக்கியமான முன் பகுதி அதிக அழுத்தத்திற்கு ஈடுகொடுக்கக் கூடியதாயும் அதிக வெப்ப நிலையிலும் உருகாத பொருளாகவும் இருக்க வேண்டும். இப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ள உலோகக் கலவையைத் தேர்ந்தெடுப்பது பொறியாளரின் பொறுப்பாகி விடுகிறது. விண்கலணையிலுள்ள எந்திரப் பகுதியில் பயன்படும் மசகுப் பொருளின் மசகுத் தன்மை—100°C லிருந்து 1000°C வரையிலும் அதிகம் மாறு

படாமலிருக்க வேண்டும். அதற்கான தகுந்த சிலிகோன் மசகுப் பொருளைப் பொறியாளர் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டியுள்ளது.

ஒரு மின் சாதனத்தை அமைப்பதில் இரு மின் இழப்பை (Dielectric loss) குறைப்பதற்குத் தகுந்த பொருள் தேவைப் படலாம். தகுந்த இரு மின் இழப்பைப் பெற்றுள்ள ஒரு பீங்கான் பொருளும், ஒரு பிளாஸ்டிக் பொருளும் எளிதில் கிடைக்கலாம். இவ்விரு பொருள்களில் எதைத் தேர்ந்தெடுத்தால் மின் சாதனம் சிறப்பாக அமையுமென்பதைப் பொறியாளர் முடிவு செய்ய வேண்டியுள்ளது.

பொறியியல் துறைக்கான பொருட்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கு அவற்றின் சிறப்புப் பண்புகளையும், அவைகள் சூழ்நிலைக் கேற்ப எவ்வகையில் மாறுதலடைகின்றன என்பதையும் அறிய வேண்டும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல பொருள்கள், தேவைப் படும் குறிப்பிட்ட பண்புகளைப் பெற்றிருப்பின், அவற்றில் எதைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டுமென அறிதல் வேண்டும். பொருள்கள் எளிதில் கிடைக்கக் கூடியவையாயும், மலிவானவையாயும் இருத்தல் வேண்டும். சிற்சில சமயங்களில் பொருள் செலவையொட்டி சில குறைபாடுகள் உள்ள பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்கவும் நேரிடலாம்.

பொருட்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதில், அவை நன்கு திறம்பட பயன்படும் கால அளவையும் கருத்தில் கொண்டிருத்தல் வேண்டும். சில சமயங்களில் விலை உயர்ந்த பொருள்கள் நீண்ட நாள்கள் உழைக்கக் கூடியவைகளாகவும், வருடாந்திர பராமரிப்புச் செலவு குறைவாக உள்ளவைகளாகவும் இருக்கக் கூடும். இவற்றிற்குப் பதிலாக விலை மலிவான பொருள்களைப் பயன் படுத்தினுல் பராமரிப்புச் செலவுகள் அதிகமாகலாம்.

சில சமயங்களில் பொருள்களின் வெளித் தோற்றத்திற்கு முக்கியத்துவம் அளிக்கப்பட வேண்டியிருக்கும். பொருட்களின் நிறம், பளபளப்புப் போன்றவைகளை மாற்றியமைப்பதால் அவற்றின் பொலிவை அதிகரிக்கச் செய்து, விற்பனையை அதிகப் படுத்த முடியும்.

பொருட்களின் சிறப்பான பண்புகளை அறிவதில் உறுதுணை யாக இருப்பது வேதியியலாகும். இதில் பொருட்களின் அமைப்பும், பண்புகளும், சூழ்நிலை மாற்றங்களினுல் ஏற்படும் பண்பு மாற்றங்களும் நன்கு வலியுறுத்தப்படுகின்றன.

வேதியியலும், பொறியியலும் இணைவதன் மூலமே ஒன்றால் ஒன்று வளம் பெற முடியும். வேதித் தொழிற் கூடங்களில் உருவாக்கப்படும் பொருட்கள் பல்வேறு பொறியியல் துறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பொருட்களின் பல்வேறு பண்புகள், அவற்றின் அமைப்பை யொட்டியுள்ளதால், பொருட்களின் அமைப்பைச் சில வேதி முறைகளால் மாற்றி அமைப்பதால் மிக்க பயன் தரக்கூடிய பொருட்களைப் பெற முடிகின்றது.

பொருட்களின் வேதிப் பண்புகளைப் பொறியாளர்கள் நன்கு அறிந்திராத காரணத்தாலும் சாதனங்கள் அரிமானத்தாலும், சூழ் நிலைப் பொருள்களுடன் வினையுறுவதாலும் அழிவுறுகின்றன.

தற்காலத்தில் பொறியியல் வல்லுநர்கள் வேதியியல் அறிவும் பெற்றவர்களாக இருக்க வேண்டியது இன்றியமையாத தாகின்றது. இக் காரணம் பற்றியே, பொறியியல் பட்டப் படிப்பின் இரண்டாம் ஆண்டுப் படிப்பின் பொறியியலுக்குப் பயன்படும் வேதியியல், பாடத் திட்டத்தில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இதன் மூலம் பொருட்களின் அமைப்பையும், அவற்றின் பண்பு களையும் நன்கு அறிந்து பொறியாளர்கள், தங்கள் துறைகளில் சிறந்து விளங்குவதற்கு வாய்ப்பு ஏற்படுத்தப்படுகின்றது.

2. நீர்

(WATER)

நீரின் வகைகள் — மழை நீர் — மேற்பரப்பு நீர்— பூமிக்குள் உள்ள நீர் — கடல் நீர் — நீரிலுள்ள மாசுப் பொருட்கள் — வன்னீரும் மென்னீரும் — வன்னீரின் வகைகள் — நீரின் வன்மையை அளவிடல் — சிலிகாவை அளவிடல் — கால்சியத்தை அளவிடல் — மக்னீசியத்தை அளவிடல் — மாசுப் பொருட்களும் அவற்றை நீக்கும் முறைகளும் — கொதிகலன் கறுக்கப் பயன்படும் நீர் — இயந்திரங்களின் வெப்ப நிலையைக் குறைக்கப்பயன்படும் நீர் — செயல் முறையில் பயன்படும் நீர் — பொது உபயோகத்திற்கான நீர்.

நீர்

இயற்கையில் பெருமளவில் காணப்படும் சேர்மங்களில் நீர் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. பூமியின் மேற்பரப்பில் சுமார் 75 சதவீதம் நீர் காணப்படுகிறது. வாயு மண்டலத்தில் இச் சேர்மம் ஒரு ஆவிப் பொருளாகக் காணப்படுகின்றது. வாயு மண்டலத்திலுள்ள நீராவியின் சதவீதம் இடம், காலம் இவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. மேலும் தாவரங்களிலும், பிராணிகளிலும், மனித உடம்பிலும் நீர் காணப்படுகின்றது. மனித உடலின் எடையில் சுமார் 65 சதவீதம் நீருள்ளது.

உயிரினங்கள் வாழவும், பயிரினங்கள் நன்கு வளர்ந்திடவும் நீர் அவசியமாகும். நீர்வளம் எங்கெல்லாம் அதிகமாக இருந்ததோ அங்கெல்லாம் மனித நாகரீக வளர்ச்சி இருந்ததைக் காண முடிகின்றது. ஆதி காலத்தில் நைல், தேம்ஸ், காவேரி, கங்கை போன்ற நதிகள் பாய்கின்ற சமவெளிகளில் மனிதர்கள் குடியேறி, வாழ்ந்து நாகரீகம் செழித்து வந்ததைப் பல தேச சரித்திரங்களின் வாயிலாக அறிகிறோம். எனவே, நீர் உயிரினங்கள் வாழ்வதற்கு

இன்றியமையாத ஓர் பொருளாக உள்ளதென்பது தெரிகின்றது. நீரை அன்றாட வாழ்க்கையில் சுத்தம் செய்யும் நீர்மமாகவும் கரைப்பானாகவும் பயன்படுத்துகிறோம்.

தொழில் துறைகளிலும் நீர் அதிக அளவில் பயன்படுகின்றது. நீரிலிருந்து நீராவியைப் பெற்று அதன் மூலம் பல வகை இன்ஜின்கள் இயக்கப்படுவது யாவரும் அறிந்த உண்மை. சலவைத் தொழில், சாயத் தொழில், தோல் பதனிடும் தொழில், காகிதம் செய்யும் தொழில் போன்ற பலவகைத் தொழில்களில் நீர் மிக அதிக அளவில் தேவைப்படுகின்றது. உதாரணமாக, 1 டன் காகிதம் செய்வதில் சுமார் 500 டன் நீர் உபயோகப்படுகின்றது. பல உலோகவியல் தொழிற்சாலைகளில், தாதுக்களை அடர்வாக்குவதிலும், உலோகவியல் வினைகளிலும், உலோகங்களைச் சுத்தப்படுத்துவதிலும், பெருமளவில் நீர் தேவைப்படுகின்றது. உதாரணமாக, ஒரு டன் இரும்பை அதனுடைய தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்க சுமார் 30 டன் நீர் உபயோகப்படுகின்றது. பலவித இன்ஜின்களைக் குளிர்ச்சி செய்யவும், நீர் உபயோகப்படுகின்றது. நகர்ப்புற விநியோகத்திற்கும், அதிக அளவில் பண்படுத்தப்பட்ட நீர் தேவைப்படுகின்றது.

ஒரு தொழிற்சாலையை நிறுவ வேண்டிய இடத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கும்பொழுது அந்த இடத்தில் அத் தொழிற்சாலைக்கு வேண்டிய நீர் எளிதில் கிடைக்குமா என்பதை அவசியம் அறிதல் வேண்டும். இயற்கையில் கிடைக்கக் கூடிய நீர் தூயதாக இருப்பதில்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட தொழிற்சாலைக்கு எவ்வகையான மாசுப் பொருள்கள் இல்லாத நீராக இருக்க வேண்டுமென்பதையும், அந்த இடத்தில் கிடைக்கும் நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்களை நீக்கி, எவ்வாறு அதை உபயோகப்படுத்தலாம் என்பதையும் பொறியியல் நிபுணர்கள் நன்கு அறிந்திருத்தல் வேண்டும். இக் காரணங்களால் நீரின் தன்மைகளைப் பற்றிய அறிவு பொறியியல் வல்லுநர்களுக்கு மிகவும் அவசியமாகின்றது.

நீரின் வகைகள்

இயற்கையில் கிடைக்கும் நீரை (1) மழை நீர், (2) மேற்பரப்பு நீர், (3) பூமிக்குள் உள்ள நீர், (4) கடல் நீர் என நான்கு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒவ்வொரு வகை நீரிலும் இருக்கக்கூடிய மாசுப் பொருள்களையும், அவற்றை நீக்கும் முறைகளையும் அறிவோமாயின், குறிப்பிட்ட மாசுப் பொருள்கள் இல்லாத நீரை நாம் விரும்பும் உபயோகத்துக்கு எளிதில் பெறலாம்.

1. மழை நீர் (Rain Water)

இயற்கையில் கிடைக்கும் நீர்களுள் மழை நீரே தூய்மையான தாகும். பூமியின் பரப்பிலுள்ள நீர் நிலையங்களிலிருந்தும், நீரைப் பெற்றுள்ள பொருள்களிலிருந்தும், நீர் சூரிய வெப்பத்தால் ஆவி யாக மாறி, பின்னர் அது குளிர்ச்சி யடைந்து மழை நீராக மாறுவ தால், இவ்வகை நீரை இயற்கையில் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் கிடைக்கும் நீர் எனக் கருதலாம். ஆன போதிலும் மழை நீர் காற்று மண்டலத்திலுள்ள வாயுக்களைக் கரைத்துக்கொண்டு, பூமியின் மேற்பரப்பை அடைகின்றது. எனவே மழை நீரில் காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜன், கார்பன் டைஆக்சைடு, நைட்ரஜன் போன்ற வாயுப் பொருள்கள் கரைந்துள்ளன. வாயு மண்டலத்தி லுள்ள கரித் துகள்கள், நீரில் கரையாத இதர சிறு மாசுப் பொருள் கள் யாவும், நீராவி மழைத் துளிகளாக மாறும் பௌதிக வினையில் பெரும் பங்கு பெறுவதால், அவைகளும் மழை நீருடன் கலந்து பூமியின் மேற் பரப்பை அடைகின்றன.

தொழிற்சாலைகளின் புகை போக்கிகளிலிருந்து வெளியுறும் சல்ஃபர் டைஆக்சைடு, கார்பன் டைஆக்சைடு, உலோக ஆக்சைடுகள் ஆகியவைகள் மழை நீரில் கரைந்துள்ளன. சிற்சில சமயங்களில் மழை பெய்யும்பொழுது மின்னலும், இடியும் உண்டாகின்றன அல்லவா. இவைகள் வானமண்டலத்திலுள்ள மேகக் கூட்டங்களில் இருக்கும் நிலையான மின் சுமைகள் வெளி யேறுவதால் (discharge of static electricity) உண்டாகின்றன. மின்னல் ஏற்படுகின்ற இடத்தில், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், நீர் இவற்றின் மூலக் கூறுகள் உள்ளபடியால் கீழ்க்காணும் வேதி வினைகள் நிகழ்கின்றன.

1. $N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO$
2. $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$
3. $2NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_3 + HNO_2$
4. $3HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + 2NO + H_2O$

நான்காவது சமன்பாட்டின்படி உண்டாகும் நைட்ரிக் ஆக்சைடு, மீண்டும் 2, 3, 4 சமன்பாட்டின்படி வினையுற்று நைட்ரிக் அமிலமாக மாறுகின்றது. எனவே மின்னல் ஏற்படும்பொழுது சிறிதளவு நைட்ரிக் அமிலம் வானவெளியில் உண்டாகி அது மழை நீரில் கரைந்து பூமியை அடையும். கடற்கரை பிரதேசத்தில் அதிக வேகத்துடன் வீசும் காற்றினால், சோடியம் குளோரைடு

கரைந்துள்ள நீர்த்துகள்கள் மழைநீருடன் கலக்கின்றன. பொதுவாக மழை பெய்யும் காலம், இடம், சூழ்நிலை இவற்றிற்கேற்ப மழை நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்களின் அளவும், தன்மையும் இருக்கும். மழை நீரில் இவ்வாறு பலவகைப்பட்ட மாசுப் பொருள்கள் இருந்தபோதிலும், பொதுவாக அம் மாசுப் பொருள்கள் அனைத்தும் 0·1 சதவீதத்திற்கும் குறைவாகவே யுள்ளன. மழை நீரே மற்றெல்லா வகை நீர்களுக்கும் மூலமாக இருப்பதால் இதிலுள்ள மாசுகள் மற்ற வகை நீர்களிலும் காணப்படுகின்றன.

2. மேற்பரப்பு நீர் (Surface Water)

உலகின் புறப்பரப்பில் கிடைக்கும் நீரை, ஓடும் நீரென்றும், கிடக்கை நீரென்றும் மேலும் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். மழைநீர் பூமியின் பரப்பை அடைந்தவுடன் ஓடும் நீராக மாறுகின்றது. ஓடும் நீர் அது செல்லும் பாதையிலுள்ள கரையும் கனிமப் பொருள்களைக் கரைத்துக்கொண்டே செல்கின்றது. மலைப் பிரதேசங்களில் உண்டாகும் ஆறுகளின் நீர் வேகம் காரணமாக, வழியில் உள்ள கரையாத கனிமப் பொருள்களைச் சிறு துகள்களாக மாற்றி, தொங்கல் நிலையில் (Suspension) கொண்டு செல்கின்றன. ஆற்றுப் படுகையிலுள்ள தாவரப் பொருள்களும், பிராணிகளின் கழிவுப் பொருள்களும், ஓடும் நீரால் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. இவ் வகைக் கரிமப் பொருள்கள் பாக்டீரியாக்களால் தாக்கப்பட்டு நாளடைவில் சிதைவடைகின்றன. ஆகவே இவ் வினைகளால் உண்டாகும் சில கரிமப் பொருள்களும் கார்பன் டைஆக்சைடும் நீரில் கரைந்த நிலையிலும், சில கரிமப் பொருள்கள் கூழ் நிலையிலும் (colloidal state), சில கரிமப் பொருள்கள் தொங்கல் நிலையிலும் நீரில் காணப்படுகின்றன. எனவே நீரில் கரையும் கனிமப் பொருள்களும், கரையாத பலவகை பொருள்களும் ஓடும் நீரில் தொடக்கத்தில் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய ஓடும் நீர் சமவெளியை அடைந்தவுடன் வேகக் குறைவு காரணமாகத் தன்னிடமுள்ள தொங்கல் நிலையிலுள்ள கனிம, கரிமப் பொருள்களை ஆற்றின் அடித்தளத்தில் படிய விடுகின்றது. அதே சமயம் ஆற்று நீரில் இருக்கக்கூடிய பாக்டீரியாக்களும் ஓரளவு சூரிய வெப்பத்தால் அழிக்கப் படுகின்றன. எனவே, சமவெளியில் பாயும் ஓடும் நீரில், தொங்கல் நிலையிலுள்ள பொருள்களும், பாக்டீரியாக்களும் குறைவாகவே உள்ளன. பொதுவாக ஓடும் நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்களின் அளவும், தன்மையும் அது பாயும் பிரதேசத்தைப் பொறுத்தும், நீரின் வேகத்தைப் பொறுத்தும் இருக்கும் எனக் கூறலாம்.

ஓடும் நீர், பள்ளத்தில் சேர்வதால் ஏரியாக ஆகின்றது. ஏரி நீர் நிலையாக உள்ளதால், அந் நீரில் தொங்கல் நிலையிலுள்ள பெரும்பாலான பொருள்கள் படிந்துவிடுவது உண்டு. ஆனால் ஆற்று நீரில் கரைந்துள்ள மற்ற எல்லா மாசுப் பொருள் களும் இந்த நீரில் இருக்கும். பொதுவாகக் கூறின் கிடக்கை நீரில் கரைந்துள்ள மாசுப் பொருள்களின் அளவும் தன்மையும், நீரின் திறமும், ஆற்று நீரின் மாசுப் பொருள்களைப் பொறுத்திருக்கும்.

3. பூமிக்குள் உள்ள நீர் (Underground Water)

ஆழமில்லாத கிணறுகள், அதிக ஆழமுள்ள கிணறுகள், ஊற்றுகள், குழாய்க் கிணறுகள் இவற்றிலுள்ள நீர்கள் இவ்வகையினைச் சாரும். மழை நீரும், ஆற்று நீரும் ஏரிநீரும் நிலத்திலுள்ள நுண் துளைகள் மூலம் பூமிக்குக் கீழே செல்கின்றன. கடுமையான பாறைகள் உள்ள தளத்தை நீர் அடையும் பொழுது அது மேலும் கீழே செல்ல முடியாமல் தங்கிவிடுகின்றது. நீர் புகமுடியாத கடும் பாறைகளின் தளத்தின் இருப்பிடத்தைப் பொறுத்து, ஆழமற்ற அல்லது ஆழமான கிணறுகளை வெட்டியாவது, குழாய்களைப் பொருத்தியாவது பூமிக்கடியிலுள்ள நீரை வெளியே கொண்டு வரலாம். சிற்சில சமயங்களில் இவ்வகை பாறைகளின் மேல் தங்கியுள்ள நீர் அதன் மட்டத்தைப் பொறுத்து ஊற்றுநீராக வெளி வருவதும் உண்டு.

பூமியின் மேல் தளத்திலுள்ள நீர் பலவகை மண் படலங் களின் (earth strata) வழியாகக் கசிந்து (percolate) கடும் பாறையின் தளத்தை அடைவதால் இயற்கையில் வடிகட்டுதல் நிகழ்ச்சி நடைபெறுகின்றது. மேற்பரப்பு நீரிலுள்ள எல்லா வகை கரையாப் பொருள்களும் நீக்கப்படுகின்றன. மண் படலங்களின் வழியே நீர் சிறு துளிகளாக மெதுவாகக் கசிந்து நுண்துளையில்லாப் பாறைகளின் தளத்தை அடையும் காரணத்தால் நீர் செல்லும் பாதையிலுள்ள கரையும் பொருள்கள் நீரால் கரைக்கப்படுகின்றன. அநேகமாகப் படலங்களிலுள்ள கனிமப் பொருள்களின் பூரிதக் கரைசலாக நீர் மாறுகின்றது. எனவே, பூமிக்குள் உள்ள நீரில் அதிக அளவில் கனிமப் பொருள்கள் கரைந்தும், நீரில் கரையாத பொருள்கள், கரிமப் பொருள்கள் இல்லாமலும் காணப்படுகிறது.

4. கடல் நீர் (Sea Water)

கடல் நீரில் கனிம, கரிம மாசுப் பொருள்கள் அதிக அளவில் காணப் படுகின்றன. ஆற்று நீர் தன்னிடத்தேயுள்ள மாசுப் பொருள்களுடன் கடலை அடைகின்றது. கடலிலிருந்து சூரிய

வெப்பத்தால் தூய நீர் மட்டும் ஆவியாகி வெளியேறுகின்றது; மாசுப் பொருள்கள் கடல் நீரில் தங்கிவிடுகின்றன. இவ்வகை நிகழ்ச்சி தொடர்ந்து பல நூற்றுண்டுகள் நடைபெறுவதால் கடல் நீரில் மாசுப் பொருள்களின் சதவீதம் உயர்ந்துகொண்டே செல்கின்றது. சாதாரணமாகக் கடல் நீரில் 3 6% சதவீதம் கரை பொருள்கள் உள்ளன. இதில் பெரும் பாகம் (2.6 சதவீதம்) சோடியம் குளோரைடாகும். எஞ்சியுள்ள பாகம் பொட்டாசியம், கால்சியம், மக்னீசியம் போன்ற உலோகங்களின் பல்வேறு உப்பு களாக உள்ளன. உள்நாட்டுக் கடலிலும், வெப்பப் பிரதேசக் கடல்களிலும் உள்ள மாசுப் பொருள்களின் சதவீதம், குளிர் பிரதேசக் கடல்களிலுள்ளவற்றைவிட மிக அதிகமாக உள்ளது.

நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்கள் (Impurities of Water)

நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்களை அவைகளின் தன்மைகளுக் கேற்ப பல வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன:—

1. **கரைந்துள்ள கனிமப் பொருள்கள்** (Dissolved Minerals): கால்சியம், மக்னீசியம், சோடியம், பொட்டாசியம், இரும்பு, அலுமினியம் இவற்றின் பைகார்பனேட்டுகள், சல்ஃபேட்டுகள், குளோரைடுகள், கார்பனேட்டுகள்.

2. **கரைந்துள்ள வாயுக்கள்** (Dissolved Gases): ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், கார்பன் டைஆக்சைடு சல்ஃபர் டைஆக்சைடு, அம்மோனியா.

3. **தொங்கல்கள்** (Suspensions): கனிம, கரிமப் பொருள் கள்.

4. **மிக நுண்ணிய பொருள்கள்** (Microscopic Matters): சிதைவடைந்த தாவர, பிராணிப் பொருள்கள், பாக்டீயாக்கள், நுண்கிருமிகள்.

5. **கூழ் நிலையிலுள்ள மாசுக்கள்** (Colloidal Impurities): கூழ் நிலையிலுள்ள கரிம, கனிமப் பொருள்கள்.

தொழில் துறையில் பயன்படுத்தப்படும் நீர், மேலே குறிப் பிடப்பட்டுள்ள முதல் மூன்று வகை மாசுப் பொருள்களில்லாமல் இருக்கவேண்டும். நகர்ப்புற வினியோகத்திற்குப் பயன்படும் நீர் முக்கியமாக 4-வது 5-வது வகை மாசுப் பொருள்களின்றி இருக்க வேண்டும். நீரின் தன்மையும், அதிலிருக்கக் கூடிய மாசுப்

பொருள்களின் எல்லா அளவுகளும் தொழிற்சாலையில் உண்டாக்கப்படும் வினை பொருள்களைப் பொறுத்திருக்கும். பொதுவாகப் பல தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படும் நீரில் கால்சியம், மக்னீசியம் உப்புகள் அதிக அளவில் இல்லாமல் இருக்கவேண்டும். இவ் வகை உப்புகள் நீரில் இருப்பதை அறியவும், அதன் அளவை நிர்ணயிக்கவும், அவற்றை நீக்கும் முறைகளையும் பொறியாளர்கள் நன்கு அறிந்திருக்கவேண்டும்.

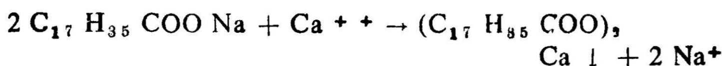
வன்னீரும் மென்னீரும் (Hard Water and Soft Water)

கால்சியம், மக்னீசியம் உலோகங்களின் உப்புகள் நீரில் மாசுப் பொருளாக உள்ளதைச் சாதரண சோப்புக் கரைசலின் உதவியால் அறியலாம்.

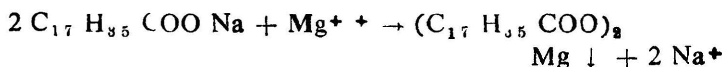
சாதாரண சோப்புக் கரைசலுடன் எளிதில் நுரை தராத நீரை வன்னீர் என்கிறோம். இவ்வகை நீருக்குக் கடின நீர், நுரை தரா நீர்; திரி தரு நீர் போன்ற மற்றப் பெயர்களும் உண்டு.

சாதாரண சோப்புக் கரைசலுடன் எளிதில் நுரை தரும் நீர் மென்னீராகும். இவ்வகை நீரை நுரை தரு நீரென்றும் அழைப்பதுண்டு.

வன்னீரில் கால்சியம், மக்னீசியம் உலோகங்களின் உப்புகள் மாசுப் பொருள்களாக உள்ளன. இவைகள் நீரில் பிரிகையடைந்து உலோக அயனிகளாகவும், அமில உறுப்பு அயனிகளாகவும் இருக்கின்றன. சாதாரண சோப்பு என்பது சோடியம் ஸ்டியரேட் என்ற வேதிப் பொருளாகும். இப்பொருளின் கரைசல் கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் அயனிகள் இருக்கும் நீருடன் வினையுறும் பொழுது முறையே, நீரில் கரையாத கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் ஸ்டியரேட்டாக வீழ்படிவு ஆகின்றது.



$$2\,C_{17}H_{35}COONa + Ca^{++} \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca \downarrow + 2\,Na^{+}$$



$$2\,C_{17}H_{35}COONa + Mg^{++} \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Mg \downarrow + 2\,Na^{+}$$

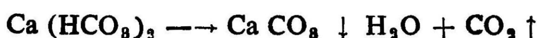
கால்சியம் மக்னீசியம் அயனிகளைப் போலவே கன உலோகங்களின் (Heavy Metals) அயனிகள் யாவும் சோப்புக் கரைசலுடன் வீழ்படிவைக் கொடுக்கின்றன. எனவே வீழ்படிவைக் கொடுக்கக் கூடிய எவ்வகையான உலோக அயனிகளிருப்பினும் அந்த நீரை வன்னீராகக் கருதவேண்டும். தொழிற்சாலைகளுக்குக் கிடைக்கும் நீர்களில் பெரும்பாலானவை கால்சியம் அல்லது

மக்னீசியம் அயனிகளை மட்டும் பெற்றிருத்ததலால், வன்னீரை, கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் பெற்றுள்ள நீர் என்று பொது வாகக் கூறுவது உண்டு.

வன்னீரின் வகைகள்

வன்னீரைத் தற்காலிக வன்னீரென்றும் (temporary hard water), நிரந்தர வன்னீரென்றும் (permanent hard water) இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இருவகை வன்னீரையும் மென்னீராக மாற்ற முடியும். தற்காலிக வன்னீரைக் கொதிக்க வைத்தல் போன்ற எளிய பௌதிக முறையினால் மென்னீராக மாற்றலாம். நிரந்தர வன்னீரை வேதி முறைகளினால்தான் மென்னீராக மாற்ற முடியும்.

தற்காலிக வன்னீரில் கால்சியம் அல்லது மக்னீசியத்தின் பைகார்பனேட் உப்பு மாசுப் பொருளாக உள்ளது. இந்த வன்னீரைக் கொதிக்க வைத்தால் பைகார்பனேட்சிதைவடைந்து, கார்பன் டைஆக்சைடையும், கரையாப் பொருளான உலோகக் கார்பனேட்டையும் தருகின்றது.



$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow H_2O + CO_2 \uparrow$$



$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow H_2O + CO_2 \uparrow$$

உலோகக் கார்பனேட்டுகள் வீழ்படிவாகக் கீழே படிகின்றன. தற்காலிக வன்னீரில் ஒரு வகை கார்பனேட் மாசுப் பொருளாக இருப்பதால், தொழில் துறையில் இவ்வகை வன்னீரில் கார்பனேட் வன்மை (carbonate hardness) உள்ளதென்கிறோம்.

நிரந்தர வன்னீர் என்பது உண்மையில் ஒரு ஒவ்வாத (misnomer) பெயராகும். நிரந்தர வன்மை பொதுவாகக் கால்சியம் அல்லது மக்னீசிய உலோகத்தின் சல்ஃபேட் அல்லது குளோரைடு உப்பு நீரில் இருப்பதால் உண்டாகின்றது. இவ் வகை உப்பை எளிதில் பௌதிக முறைகளினால் நீரிலிருந்து பிரிக்க முடியாது. இரட்டைச் சிதைவு, இடப் பெயர்ச்சி போன்ற வேதி வினைகளின் மூலமாகத்தான் கால்சியம், மக்னீசியம் அயனிகளை வன்னீரிலிருந்து பிரிக்க முடியும். இவ்வகை வன்னீரில் கார்ப னேட் அற்ற வன்மை (non-carbonate hardness) உள்ளதாகக் கூறுகின்றோம்.

நீரிலுள்ள வன்மையைப் பல சோதனைகள் (quantitative experiments) மூலமாக அளவிடலாம். கார்பனேட் வன்மையைத் தனியாகவும், கார்பனேட் அற்ற வன்மையைத் தனியாகவும் கணக்

கிடும் முறைகள் உண்டு. சில முறைகளில் கார்பனேட் வன்மையையும் மொத்த வன்மையையும் தனித்தனியே அறிந்து கார்பனேட் அற்ற வன்மையின் அளவையும் கணக்கிடலாம்.

p.p.m. மதிப்பு

நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்கள் யாவும் p.p.m. என்ற குறியீட்டால் குறிப்பிடுகிறோம். p.p.m. (parts per million) என்ற குறியீட்டுக்கு 'ஒரு மில்லியன் பகுதி நீரில் மாசுப் பொருள்களின் பகுதி' எனப் பொருள்படும். நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்களின் அளவை கால்சியம் கார்பனேட்டின் அளவுக்குச் சமமான அளவீட்டால் குறிப்பது வழக்கம். எனவே, நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்களைக் கணக்கிடக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு பயன்படுத்தப் படுகின்றது.

$$\left.\begin{array}{l}\text{மாசுப் பொருள்களின் அளவு}\\ \text{p.p.m. அளவீட்டில்}\end{array}\right\} = \frac{x}{E_1} \times E$$

x = ஒரு மில்லியன் (1,000,000) பகுதியில் மாசுப் பொருளின் எடை.

E = கால்சியம் கார்பனேட்டின் ($CaCO_3$) சமமான எடை.

$$= \frac{40 + 12 + 48}{2} = 50$$

E_1 = மாசுப் பொருளின் சமான எடை

மாதிரிக் கணக்கு 1.

100 கிராம் நீரில் ·012 கிராம் மக்னீசியம் சல்ஃபேட் உள்ளது நீரிலுள்ள மக்னீசியம் சல்ஃபேட்டின் அளவை p.p.m. அளவீட்டில் காண்க.

$$\left.\begin{array}{l}\text{100 கிராம் நீரில் மக்னீசியம்}\\ \text{சல்ஃபேட்டின் எடை}\end{array}\right\} = \cdot 012 \text{ கிராம்}$$

$$\left.\begin{array}{r}\text{1,000,000 கிராம் நீரில் இருக்கக்}\\ \text{கூடிய மக்னீசியம் சல்ஃபேட்டின்}\\ \text{எடை } (x)\end{array}\right\} = \frac{\cdot 012 \times 1{,}000{,}000}{100}$$

$$= \mathbf{120} \text{ கிராம்}$$

மக்னீசியம் சல்ஃபேட்டின் ($MgSO_4$) சமான எடை } $= \frac{\text{மூலக் கூறு எடை}}{2}$

$= \frac{24 + 32 + 64}{2}$

$= \frac{120}{2} = 60$

கால்சியம் கார்பனேட்டின் ($CaCO_3$) சமான எடை (E) } $= \frac{\text{மூலக் கூறு எடை}}{2}$

$= \frac{40 + 12 + 48}{2}$

$= 50$

மாசுப் பொருளின் அளவு p.p.m. குறியீட்டில் } $= \frac{x}{E_1} \times E$

$= \frac{120}{60} \times 50$

$= \mathbf{100}$

நீரில் மக்னீசியம் சல்ஃபேட்டின் அளவு } = 100 p.p.m.

மாதிரிக் கணக்கு 2.

300 மி.லி. நீரில் ·0144 கிராம் கால்சியம் பைகார்பனேட் இருந்தால்; கால்சியம் பைகார்பனேட்டின் அளவை p.p.m. குறியீட்டில் காண்க.

ஒரு மில்லியன் நீரில் கால்சியம் பைகார்பனேட்டின் அளவு (x) } $= \frac{\cdot 0144}{300} \times 1{,}000{,}0000$

= 48 கிராம்

கால்சியம் பைகார்பனேட்டின் [$Ca(HCO_3)_2$] சமான எடை E_1. } $= \frac{\text{மூலக் கூறு எடை}}{2}$

$= \frac{40 + 2 + 24 + 96}{2}$

$= \frac{162}{2} = 81$

நீரில் கால்சியம் பைகார்ப னேட்டின் அளவு (p.p.m.) குறியீட்டில் $= \frac{x}{E_1} \times E$

$= \frac{48}{81} \times 50$

$= 29 \cdot 63$ p.p.m.

நீரின் வன்மையை அளவிடல் (Estimation of Hardness)

1. **சோப்புக் கரைசலுடன் முறிவு காணும் முறை :** குறிப்பிட்ட பருமனளவு உள்ள நீருடன் திட்ட சோப்புக் கரைசலை வினையுறச் செய்வதன் மூலம் நீரின் வன்மையை அளவிட முடியும். இம் முறைக்குத் தேவையான திட்ட சோப்புக் கரைசலைக் கீழ்க்கண்ட முறையில் தயார் செய்துகொள்ளவேண்டும். 0·2 கிராம் எடையுள்ள தூய கால்சியம் கார்பனேட்டைச் சிறிதளவு தூய நீர்த்த ஹைடரோ குளோரிக் அமிலத்தில் கரைத்துக் கொள்க. கரைசலை ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தில் ஊற்றி, வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம் கரைசலிலுள்ள நீரை முழுமையுமாக வெளியேற்று. மிகுந்துள்ள கால்சியம் குளோரைடு உப்பை வாலை வடி நீரில் கரைத்து, கரைசலை ஒரு லிட்டர் திட்டக் குடுவைக்கு மாற்று. கரைசலுடன் வாலைவடி நீரை திட்டக் கடுவையிலுள்ள எல்லைக் கோடு வரை ஊற்றி, நன்கு குலுக்கி, கால்சியம் குளோரைடு திட்டக் கரைசலைச் செய்து கொள்.

100 கிராம் எடையுள்ள தூய பொட்டாசியம் ஓலியேட் சேர்மத்தை 80 சதவீத ஆல்கஹாலில் கரைத்துக்கொள். கரைசலைச் சுமார் 10 தினங்கள் வைத்திருந்து, பின் அதனை ஒரு லிட்டர் திட்டக்குடுவைக்கு மாற்று. திட்டக் குடுவையின் எல்லைக்கோடு வரை 80 சதவீத ஆல்கஹாலை விட்டு நிரப்பி, நன்கு குலுக்கி சோப்பு திட்டக் கரைசலைத் தயார் செய்.

6·4 மி.லி. திட்ட சோப்புக் கரைசலை 20 மி.லி. கால்சியம் குளோரைடு கரைசலுடன் வினையுறச் செய்தால் நிரந்தரமான நுரை உண்டாகிறது.

திட்ட சோப்புக் கரைசலைப் பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு, 100 மி.லி. கொடுக்கப்பட்டுள்ள நீருடன் சிறிது சிறிதாகக் கலக்க வேண்டும்.

நிரந்தரமான நுரை ஏற்படுவதற்கு எவ்வளவு மி.லி. சோப்புக் கரைசல் தேவைப்படுகிறது என்பதைச் சோதனை மூலம் காணச்

தரம்பார்த்தல் வினையில் 100 மி.லி. நீரை உபயோகப்படுத்தும்பொழுது அதன் வன்மை p. p. m. அளவீட்டில்

திட்ட சோப்புக் கரைசலின் பருமளவு மி.லி. அளவில்	0·0	0·1	0·2	0·3	0·4	0·5	0·6	0·7	0·8	0·9
0·0	...	...	...	...	...	...	...	...	0·08	0·16
1·0	0·24	0·32	0·39	0·47	0·55	0·63	0·72	0·78	0·84	0·91
2·0	0·97	1·04	1·10	1·17	1·23	1·30	1·36	1·43	1·49	1·56
3.0	1·62	1·69	1·75	1·82	1·88	1·90	2·01	2·08	2·15	2·21
4·0	2·28	2·35	2·43	2·50	2·52	2·64	2·71	2·79	2·85	2·93
5·0	3·00	3·07	3·15	3·22	3·28	3·35	3·43	3·50	3·57	3·65
6·0	3·71	3·79	3·85	3·93	4·00	4·07	4·15	4·21	4·28	4·35

வேண்டும். இத்திட்ட சோப்பு கரைசலின் பருமனளவுக்கும் நீரின் வன்மைக்கும் தொடர்பைக்காட்டும் அட்டவணையின் உதவியால் நீரின் வன்மையை எளிதில் காணலாம். இம் முறையில் பயன் படுத்தப்படும் அட்டவணையின் ஒரு பகுதி மேலே கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.

2. கார்பனேட் வன்மையை அளவிடும் முறை

கார்பனேட் வன்மை, நீரிலுள்ள கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் பைகார்பனேட் உப்பினுல் ஏற்படுகின்றது. நீரிலுள்ள பைகார்பனேட்டை திறனறிந்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத் துடன் முறிவு கண்டு, பருமனறி முறையில் (volumetric analysis) எளிதில் கணக்கிடலாம்.

100 மி. லி. கார்பனேட் வன்னீரை, ஒரு கூம்புக் குடுவையில் வடித்து அதனுடன் இரண்டு துளி மெத்தில் ஆரஞ்சு நிறங் காட்டியை (indicator) சேர்க்கவும். புயூரெட்டில் திறனறிந்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தை எடுத்துக் கொண்டு அதனுடன் சோதனை மூலம் முறிவு காணவேண்டும். கூம்பிலுள்ள நீர்மம் மாருத இளஞ்சிவப்பு நிறத்தை அடைந்தால் முறிவின் இறுதி நிலைவந்து விட்டது எனக் கூறலாம்.



$$M(HCO_3)_2 + 2HCl \longrightarrow MCl_2 + 2H_3O + 2CO_2\uparrow$$

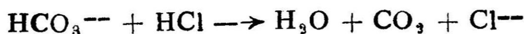
M = கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் உறுப்பு

மாதிரிக் கணக்கு

200 மி.லி. அளவுள்ள நீர், ·012 N செறிவுள்ள ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் தரம் பார்க்கப்பட்டது. அதில் 8·5 மி லி. அமிலம், முறிவு நிலையை அடையத் தேவைப்பட்ட தென்றுல், நீரின் கார்பனேட் கடினத்தைக் கணக்கிடுக.

கார்பனேட் வன்மை, நீரில் கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் பைகார்பனேட் இருப்பதால் ஏற்படுகிறது. கணக்கில் உலோக உறுப்பைப்பற்றி ஏதும் கூறப்படாததால், பைகார்பனேட்டின் அளவை மட்டுமே இங்கு கணக்கிடல் வேண்டும்.

பைகார்பனேட் உறுப்பு ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் கீழ்காணும் சமன்பாட்டின்படி முறிவடைகின்றது.



$$HCO_3^{--} + HCl \longrightarrow H_3O + CO_3 + Cl^{--}$$

தரம் பார்த்தல் வினையின்படி.

$$n_1 v_1 = n_2 v_2$$

$$\cdot 012N \times 8\cdot 5 = n_2 \times 200$$

$$\therefore \quad n_2 = \frac{\cdot 012 \times 8\cdot 5}{200}$$

$$= \cdot 0.51$$

பைகார்பனேட்டின் செறிவு $= \cdot 0051$ N

பைகார்பனேட்டின் (HCO_3—) சமான எடை $\Big\}$ $= \dfrac{\text{உறுப்பின் எடை}}{1}$

$$= \frac{1 + 12 + 48}{1} = 61$$

1000 மி. லிட்டரில் பைகார்ப னேட்டின் எடை $\Big\}$ $= 59 \times \cdot 0051$

$$= \cdot 3009$$

நீரில் பைகார்பனேட்டின் அளவு $\Big\}$ $= \dfrac{\cdot 3009 \times 1{,}000{,}000}{1000 \times 59} \times 50$

$$= 255 \text{ p.p m}$$

3. கார்பனேட் அற்ற வன்மையை அளவிடல்

பொதுவாக நீரில் கார்பனேட் வன்மையும், கார்பனேட் அற்ற வன்மையும் ஒருங்கே காணப்படும். எனவே கார்பனேட் வன்மைக்குக் காரணமாக உள்ள பைகார்பனேட் உறுப்பை சிதைவுறச் செய்து நீக்கியபின்னே, கார்பனேட் அற்ற வன்மையை அறிய வேண்டும்.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள நீரில் கார்பனேட் வன்மை இருப்பின் அதனை நன்கு கொதிக்க வைப்பதன் மூலம் பைகார்பனேட்டை சிதைவுறச் செய்து உலோக கார்பனேட்டை வீழ்படிவாக மாறும்படிச் செய்யலாம்.



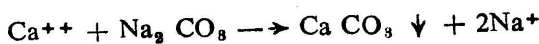
$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$



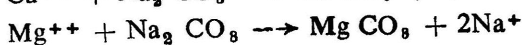
$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$

வீழ்படிவை வடிகட்டி நீக்கியபின், வடிநீரில் பைகார்பனேட் நீங்கலாக மற்ற கால்சியம், அல்லது மக்னீசியம் உப்புகள் கரைந்திருக்கும்.

வடிநீருடன் திறனறிந்த குறிப்பிட்ட அதிகமான அளவு சோடியம் கார்பனேட் கரைசலைச் சேர்த்தால், கரைசலில் உள்ள கால்சிய, மக்னீய உப்புக்கள் கார்பனேட்களாக வீழ்படியும். வீழ் படிவை வடித்தபின் வடிநீரிலுள்ள வினையுருத சோடியம் கார்பனேட்டை திறனறிந்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் முறிவுறச் செய்யலாம். இத்தரம்பார்த்தல் வினையில் மித்தில் ஆரஞ்சு நிறங்காட்டியை பயன்படுத்த வேண்டும்.



$$Ca^{++} + Na_2\ CO_3 \longrightarrow Ca\ CO_3 \downarrow + 2Na^+$$



$$Mg^{++} + Na_2\ CO_3 \longrightarrow Mg\ CO_3 + 2Na^+$$

மாதிரிக் கணக்கு

கொடுக்கப் பட்டுள்ள நீரில் கால்சியம் பைகார்பனேட்டும் கால்சியம் சல்ஃபேட்டும், மாசுப் பொருள்களாக உள்ளன. 300 மி.லி. அளவுள்ள இந்த நீரை கொதிக்க வைத்து வடி கட்டிய பின், வடி நீருடன் 40 மி.லி. சோடியம் கார்பனேட் கரைசல் கலக்கப்பட்டது. கார்பனேட் வீழ் படிவை நீக்கிய பின் கிடைத்த வடிநீர், தரம் பார்த்தல் வினையில் ·01 N செறிவுள்ள 4.5 மி.லி. சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தால் முறிவடைந்தது.

இச் சோதனையில் பயன்படுத்தப்பட்ட 20 மி.லி. சோடியம் கார்பனேட் கரைசல் 8.75மி.லி. அளவுள்ள ·01 N செறிவுள்ள சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தினுல் முறிவடைந்தது என்ருல், கொடுக்கப் பட்டுள்ள நீரின் கார்பனேட் அற்ற வன்மையைக் கணக்கிடு.

20.மி.லி. சோடியம் கார்பனேட் கரைசல் } ≡ ·01 N செறிவுள்ள 8.75மி.லி. சல்ஃப்யூரிக் அமிலம்.

∴ 40 மி.லி. சோடியம் கார்பனேட் கரைசல் } ≡ ·01 N செறிவுள்ள 17.5 மி.லி. சல்ஃப்யூரிக் அமிலம்.

300 மி.லி. நீருடன் அதில் உள்ள பைகார்பனேட் பகுதி நீக்கப் பட்டபின் 40 மி.லி. சோடியம் கார்பனேட் கரைசல் கலக்கப் பட்டது. இதில் ஒரு பகுதி கால்சியம் சல்ஃபேட்டுடன் வினையுற, கால்சியம் கார்பனேட் வீழ் படிவு கிடைத்தது. மீதியுள்ள சோடியம் கார்பனேட் கரைசல் 4.5மி.லி. சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தால் முறிவடைந்தது.

∴ 17.5—4.5 = சல்ஃப்யூரிக் அமிலக் கரைசல் } ≡ கால்சியம் சல்ஃபேட்டுடன் வினையுற்ற சோடியம் கார்பனேட்

கால்சியம் சல்ஃபேட்டுடன் வினையுற்ற சோடியம் கார்பனேட் } ≡ 300 மி.லி நீரிலுள்ள கால்சியம் சல்ஃபேட்

·01N செறிவுள்ள 13 மி.லி. சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் } ≡ 300மி.லி. நீரிலுள்ள கால்சியம் சல்ஃபேட்

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$\cdot 01 \times 13 = 300 \times M_2$$

நீரில் கால்சியம் சல்ஃபேட்டின் செறிவு } $= \frac{\cdot 01 \times 13}{300} = \cdot 00043N$

கால்சியம் சல்ஃபேட்டின் ($CaSO_4$) சமமான எடை } $= \frac{40+32+64}{2} = 68.$

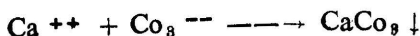
நீரில் கார்பனேட் அற்ற நீரின் வன்மை } $= \frac{.00043 \times 68}{1000 \times 68} \times 1,000,000 \times 50$

$= 21.5$ p.p.m.

4. நீரின் வன்மை முழுமையும் அளவிடல்

நீரிலுள்ள கால்சியம், மக்னீசியம், உலோகங்களின் பைகார்பனேட்டு, குளோரைடு, சல்ஃபேட்டு உப்புகளின் வன்மை முழுமையையும், திறன் தெரிந்த அதிக அளவுள்ள சோடியம் கார்பனேட்டுடன் வினையுறச் செய்து, வினையில் ஈடுபடாத மீதமுள்ள சோடியம் கார்பனேட்டை தரம் பார்த்தல் வினையில் அறிவதன் மூலம் கணக்கிடலாம்.

நீரில் கால்சியம், மக்னீசியம் உப்புக்கள் குறைந்த அளவில் கரைந்துள்ளதால், உலோக உறுப்புகள் யாவும் அயனிகளாக உள்ளனவாகவேக் கருதலாம். தெரிந்த பருமனளவுள்ள நீரை எடுத்துக் கொண்டு அதனுடன் குறிப்பிட்ட பருமனளவுள்ள திறன் தெரிந்த சோடியம் கார்பனேட் கரைசலை வினையுறச் செய்தால், உலோக அயனிகள் கார்பனேட் அயனிகளுடன் கூடி வீழ்படிவாக மாறுகின்றன.





வீழ் படிவை வடிகட்டி நீக்கிய பின், வடி நீரில் மேலே குறிப் பிட்ட விணையில் பங்கு பெருத சோடியம் கார்பனேட் கரைசல் மட்டும் இருக்கும். வடிநீரை திறன் தெரிந்த அமிலத்துடன், மித்தில் ஆரஞ்சு நிறங் காட்டியைப் பயன் படுத்தி தரம் பார்த்த லால் விணையில் பங்கு பெருத சோடியம் கார்பனேட்டைக் கணக் கிடலாம். எவ்வகையான உப்பு நீரிலிருந்தாலும் நீரின் முழு வன்மையை கால்சியம் கார்பனேட் சமத்துவத்தில் கணக் கிடலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு (1)

50 மி.லி. நீருடன் $\frac{N}{40}$ செறிவுள்ள 30 மி.லி. சோடியம் கார் பனேட் கரைசல் கலக்கப் பட்டது. விணையில் உண்டான வீழ் படிவை நீக்கியபின் கிடைத்த வடி நீர் $\frac{N}{60}$ செறிவுள்ள 30 மி.லி. சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் முடிவடைந்தது நீரின் வன்மையைக் காண்க.

30 மி.லி. $\frac{N}{40}$ சோடியம் காபனேட் } 30 மி. லிட்டர் $=\frac{N}{40}$ சல்ஃப்யூரிக் அமிலம்

தரம் பார்த்தல் விணையில் $\frac{N}{60}$ செறிவுள்ள சல்ஃப்யூரிக் அமி லம் உபயோகப் படுத்தப் படுவதால் 30 மி.லி. $\frac{N}{40}$ செறிவுள்ள சோடியம் கார்பனேட்டுக்கு சமத்துவம் உள்ள $\frac{N}{60}$ சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் பருமனளவு கணக்கிடப்பட வேண்டும்.

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$30 \times \frac{N}{40} = V_2 \times \frac{N}{60}$$

$$V_2 = 30 \times \frac{N}{40} \times \frac{60}{N} = 45 \text{ C.C.}$$

ஆனால் தரம் பார்த்தல் விணையில் 30 மி. லி. $\frac{N}{60}$ சல்ஃப்யூரிக் அமிலமே தேவைப்படுகின்றது. எனவே நீரின் வன்மைக்கு சமத்

துவமான $\frac{N}{60}$ சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் 45—30=15 மி.லி. ஆகும். நீரின் வன்மையை கால்சியம் கார்பனேட்டின் சமத்துவத்திற்கு கணக்கிடப்படுவதால்

15 மி.லி $\frac{N}{60}$ சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் } 15 மி லி. $\equiv \frac{N}{60}$ கால்சியம் கார்பனேட்

கால்சியம் கார்பனேட்டின் சமான எடை } = 50

∴ 50மி. லி. நீரில் கால்சியம் கார்பனேட்டுக்கு சமத்துவம் உள்ள வன்மை } $= \frac{50}{1000 \times 60} \times 15$

∴ நீரின் வன்மை $= \frac{50 \times 15 \times 1,000,000}{1000 \times 60 \times 50}$

$= 250$ p.p.m.

மாதிரிக் கணக்கு 2.

100 மி.லி. நீரின் கடினத்தன்மை 0·08 N செறிவுள்ள 12·5 மி.லி மக்னீசியம் சல்ஃபேட்டுக்கு சமானமாக உள்ளது. நீரின் வன்மையைக் கணக்கிடுக.

·08N செறிவுள்ள 12·5 மி.லி. மக்னீசியம் சல்ஃபேட் } = ·08 N செறிவுள்ள 12·5 மி·லி. கால்சியம்கார்பனேட்

கால்சியம் கார்பனேட்டின் சமான எடை = 50.

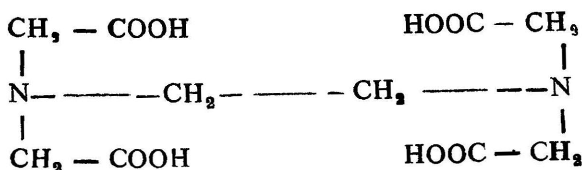
∴ 100 மி.லி. நீரிலுள்ள வன்மைக்கு சமத்துவமான கால்சியம் கார்பனேட்டின் எடை } $= \frac{50}{1000} \times \cdot 08 \times 12 \cdot 5$ கிராம்.

∴ நீரின் வன்மை } $= \frac{50 \times \cdot 08 \times 12 \cdot 5 \times 10^6}{1000 \times 100}$

$= 500$ p.p.m.

தற்காலத்தில் E.D.T.A என அழைக்கப்படும் சேர்மத்தை பண்பறி பகுப்பியலின பயன்படுத்தி நீரின் வன்மை முழுவதும் வெகு எளிதில் அளவிடப்படுகின்றது.

E.D.T.A என்ற குறியீடு எத்திலீன் டை அமீன் டெட்ரா அசிட்டிக் அமிலத்தை (Ethylene diamine tetra acetic acid) குறிக்கின்றது. இச் சேர்மத்தின் வடிவ வாய் பாட்டை கீழ் கண்ட வாறு குறிக்கலாம்.



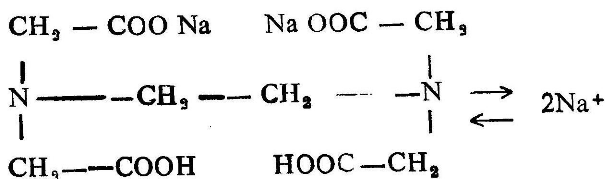
இச் சேர்மம் ஒரு இரட்டை கார்பாக் சிலிக் அமிலமாக வேதி வினைகளில் பங்கு பெறுகின்றது. இச் சேர்மத்தின் டை சோடியம் உப்பு தரம் பார்த்தல் வினைகளில் உபயோகப்படுகின்றது.

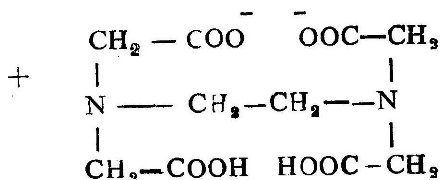
37.225 கிராம் டைசோடியம் E.D.T.A. ($C_{10}H_{14}O_8N_2 2H_2O$) உப்பை நீரில் கரைத்து, கரைசலை ஒரு லிட்டர் திட்டக் குடுவைக்கு மாற்றி எல்லைக் கோடு வரை வாலை வடிநீரையிட்டு நிரப்பி நன்கு குலுக்க வேண்டும். இக் கரைசல் 0.1 M அல்லது 0.2N செறிவுள்ள தாயிருக்கும்.

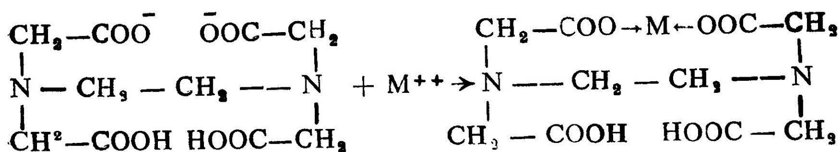
E.D.T.A என்ற வேதிப் பொருளை தரம் பார்த்தல் வினையில் பயன் படுத்தும்பொழுது எரிக்குரோம் கருப்பு T. (Eriochrome Black.T) என்ற நிறங்காட்டியை உபயோகிக்கிறோம். இந்த நிறங் காட்டி நன்கு செயல் புரிய, 0·15 கிராம் எடையுள்ள இச் சேர்மத் துடன் 5 கிராம் போராக்சைக் (Borax) கலந்து கலவையை 25 மி.லி. மெத்தில் ஆல்கஹாலில் கரைக்க வேண்டும். இக் கரைசலில் ஏழு அல்லது எட்டு துளிகளை தரம் பார்த்தல் வினையில் நிறங்காட்டியாக பயன்படுத்தவேண்டும்.

மேலும் E.D.T.A அளவறியாக (quantitatively) உலோக அயனிகளுடன் வினையுறுவதற்கு சுமார் 10 ph. சிறந்த சூழ்நிலையாக அமைகின்றது. எவை 10ph. இருக்கக் கூடிய தாங்கல் கரைசலைத் தயார் செய்து, E.D.T.A யுடன் வினையுறும் நீர்மத்தில் சுமார் 10 மி.லி. தாங்கல் கரைசலைக் கலக்க வேண்டும். 60 கிராம் அம்மோனியம் குளோரைடை குறைந்த அளவு நீரில் கரைத்து கரைலுடன் 570 மி.லி. அமோனியா நிர்மத்தைக் கலக்கவேண்டும். கலவையை ஒரு லிட்டர் திட்டக் குடுவைக்கு மாற்றி வாலை வடி நீரால் குடுவையிலுள்ள கோடு வரை நிரப்ப வேண்டும். நன்கு குலுக்கப்பட்ட இந்த தொங்கல் கரைசலின் சிறுபாகமே (சுமார் 10 மி.லி.) சுமார் 100 மி.லி நீரை PH. 10ல் வைத்திருக்கக்கூடியது.

வன்னீரிலுள்ள கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் அயனிகளுடன் E.D.T.A. வினைபொருள் ph. 10லும், சுமார் 50°C வெப்ப நிலையிலும் அளவறியாக வினையுற்று உலோக அணைவுப் பொருள் உண்டாகிறது.







M^{++} = Ca^{++} அல்லது Mg^{++}

நீரின் வன்மையை அளவிட 100 மி.லி. நீரை ஒரு கூம்புக் குடுவையில் எடுத்துக் கொள். சுமார் 10 மி.லி. தொங்கல் கரைசலை நீருடன் கலந்து. ஏழு அல்லது எட்டு துளிகள் எரிக்குரோம் கருப்பு T, நிறங் காட்டியைச் சேர்த்துக் கொள். கலவையை சுமார் 50°C வெப்ப நிலைக்குச் சூடேற்று. பியூரெட்டில் E.D.T.A திட்டக்கரைசலை (.1 M அல்லது .2N) எடுத்துக் கொண்டு தரம் பார்த்தல் வினையை நிகழ்த்து. கூம்புக் குடுவையிலுள்ள நீர்மத்தின் சிகப்பு நிறம் நிரந்தரமான நீல நிறமாக மாறுவது தரம் பார்த்தல் வினையின் முறிவு நிலையைக் குறிக்கும். இவ்வினை நிகழத் தேவைப்பட்ட E.D.T.A திட்டக் கரைசலை V மி.லி. எனக் கொள்க.

கணக்கிடல்

நீரின் பருமனளவு = 100 மி.லி.

நீருடன் வினையுற்ற E.D.T.A (.2N) திட்டக் கரைசலின் பருமனளவு } = V.C.C

∴ நீரின் கடினத் தன்மை = $V \times 100$ p.p.m.

மாதிரிக்கணக்கு 1.

100 மி.லி. நீருடன் 0·1 N செறிவுள்ள 45 மி.லி. E.D.T.A கரைசல் தகுந்த சூழ்நிலையில் வினையுற்றதில் முறிவு காணப்பட்டதென்றால், நீரின் வன்மையைக் காண்க.

45 மி.லி. 1 N செறிவுள்ள E.D.T.A கரைசல் } = 22.5 மி. லி .2N செறிவுள்ள E.D.T.A கரைசல்

100 மீ.லி. நீருடன் 2 N செறிவுள்ள V மி.லி. E. D. T. A. கரைசல் வினையுறும் பொழுது பயன்படுத்தப்படும் சமன்பாடு } = $100 \times V$ p. p. m.

எனவே கொடுக்கப்பட்டுள்ள நீரின் வன்மை } = $100 \times 22{\cdot}5$ = 2250 p. p. m.

மாதிரிக் கணக்கு 2.

1000 மி. லி. நீரைக் கொதிக்க வைத்து வீழ் படிவை வடிகட்டிய பின் கிடைத்த வடிநீர் 500 மி. லி. $\frac{N}{50}$ சோடியம் கார்பனேட் கரைசலுடன் கலக்கப்பட்டது. மீண்டும் கிடைத்த வீழ் படிவை நீக்கிய பின், வடி நீர் $\frac{N}{50}$ செறிவுள்ள 357·5 மி. லி. அமிலத்தால் முறிவுற்றது.

மற்றொரு சோதனையில் 1000 மி. லி. அதே வகை நீர் $\frac{N}{500}$ செறிவுள்ள 500 மி. லி. சோடியம் கார்பனேட் கரைசலுடன் வினையுற்று கிடைத்த வீழ் படிவை நீக்கிய பின், வடிநீர் $\frac{N}{5}$ செறிவுள்ள 225 மி. லி. அமிலத்தால் முறிவடைந்தது. நீரின், கார்பனேட் வன்மை, கார்பனேட் அற்ற வன்மை, கூட்டு (Total) வன்மை ஆகியவைகளைக் கணக்கிடுக.

முதல் சோதனையில் நீரை கொதிக்க வைப்பதால் கார்பனேட் வன்மை அழிவுறுகின்றது. மீதமுள்ள கார்பனேட் அற்ற வன்மையைத்தரம் பார்த்தல் வினையின் கவனிப்புகளிலிருந்து கணக்கிடலாம்.

500 மி. லி. $\frac{N}{50}$ சோடியம் கார்பனேட் கரைசல் } = 500 மி லி. $\frac{N}{50}$ அமிலம்

தரம் பார்த்தல் வினையில் உபயோகப் பட்ட அமிலத்தின் பருமனளவு } = 357·5 மி. லி.

எனவே கார்பனேட் அற்ற வன்மை = 500—357·5

= 142·5 மி. லி.

$\frac{N}{50}$ அமிலம்

142·5 மி. லி. $\frac{N}{50}$ அமிலம் = 142·5 மி. லி. $\frac{N}{50}$ $Ca\ CO_3$

$= \frac{50}{1000} \times \frac{142 \cdot 5}{50}$ கிராம் $Ca\ CO_3$

எனவே நீரின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை } $= \frac{50}{1000} \times \frac{142 \cdot 5}{50} \times \frac{1,000,000}{1000}$

= 142·5 p. p. m

இரண்டாவது சோதனையின் கவனிப்புகளிலிருந்து நீரின் கூட்டு வன்மையைக் கணக்கிடலாம்.

500 மி. லி. $\frac{N}{50}$ சோடியம் கார்பனேட் } = 500 மி. லி. $\frac{N}{50}$ அமிலம்.

ஆனல் தரம் பார்த்தல் வினையில் 225 மி.லி. அமிலமே, சோடியம் கார்பனேட், முறிவடையச் செய்யத் தேவைப்பட்டது.

நீரிலுள்ள வன்மையில் பயன்படுத்தப்பட்ட சோடியம் கார்பனேட் கரைசலின் பருமனளவு } = 500—225

= 275 மி. லி.

∴ 275 மி. லி. $\frac{N}{50}$ அமிலம் = 275 மி. லி. $\frac{N}{50}$ கால்சியம் கார்பனேட்

∴ நீரின் கூட்டு வன்மை $= \frac{275}{1000} \times \frac{50 \times 1,000,000}{50 \times 1000}$

$= 275$ p. p. m.

நீரின் கூட்டு வன்மை = 275 p. p. m.

நீரின் கார்பனேட் வன்மை = 142·5 p. p. m.

நீரின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை = 275—142·5

= 132·5 p. p. m.

மாதிரிக் கணக்கு 3.

500 மி. லி. அளவுள்ள ஒரு ஊற்று நீரின் காரத்தன்மை ·08N செறிவுள்ள 12·5 மி. லி. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்திற்கு சமமாக உள்ளது.

அதே ஊற்றின் 500 மி. லி நீர். 075 N செறிவுள்ள 40 மி. லி. சோடியம் கார்பனேட் கரைசலுடனும், ·075 செறிவுள்ள 20 மி. லி. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலுடனும், வினையுற்றதில் வீழ் படிவு உண்டாயிற்று. வீழ் படிவை வடிகட்டிய பின் கிடைத்த வடிநீர் ·08 N செறிவுள்ள மி. லி. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் (மெத்தில் ஆரஞ்சை நிறங் காட்டியாக பயன்படுத்திய பொழுது) முறிவடைந்ததென்ருல், நீரின் கார்பனேட் வன்மையும், கார்பனேட் அற்ற வன்மையும் கணக்கிடு.

நீரின் காரத் தன்மையென்பது நீரிலுள்ள பைகார்பனேட் உப்புக்களால் ஏற்படுகின்றது. எனவே கணக்கின் முதல் பகுதியிலிருந்து கார்பனேட் வன்மையைக் கணக்கிடலாம்.

·08 N செறிவுள்ள 12·5 மி. லி. HCl ≡ ·08 N செறிவுள்ள 12·5 மி· லி. Ca CO_3

கார்பனேட் வன்மை $= \frac{50}{1000} \times \frac{\cdot 08 \times 12 \cdot 5}{500} \times 1,000,000$

$= 100$ p. p. m.

கணக்கின் பின் பகுதியிலுள்ள கவனிப்புகளிலிருந்து நீரின் கூட்டு வன்மையைக் கணக்கிடலாம்.

·075 N செறிவுள்ள 40 மி. லி. சோடியம் கார்பனேட் கரைசலும் ·075 N செறிவுள்ள 20 மி. லி சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலும், நீருடன் கலக்கப்படுகின்றன.

·075 N செறிவுள்ள 40 மி. லி. Na_2CO_3 } ≡ ·075 N செறிவுள்ள 40 மி. லி. HCl

ஆனால் சோதனையில் ·08 N செறிவுள்ள HCl உபயோகிக்க கப்படுகிறது.

$$V_1 N_1 = V_2 N_2$$

$$40 \times \cdot 075 = V_2 \times \cdot 08$$

$$V_2 = \frac{40 \times \cdot 075}{\cdot 08} = 37 \cdot 5$$

எனவே ·075 N செறிவுள்ள 40 மி.லி. சோடியம் கார்பனேட் } = ·08 N செறிவுள்ள 37·5 மி.லி, HCl

தரம் பார்த்தல் வினையில் 0·08 N செறிவுள்ள 2·75 மி.லி, HCl தான் தேவைப்பட்டது. அமிலம் சோடியம் கார்பனேட், சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு; இரண்டுடனும் வினையுறும்

·075 N செறிவுள்ள 20 மி.லி. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு } = 0·075 N செறிவுள்ள 20 மி.லி. HCl

$$20 \times \cdot 075 = V \times \cdot 08$$

$$V = \frac{20 \times \cdot 075}{\cdot 08}$$

$$= 18 \cdot 75$$

·075 N செறிவுள்ள 20 மி.லி. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு } = ·08 N செறிவுள்ள 18·75 மி.லி. HCl

சோடியம் கார்பனேட்கரைசலுடன் மட்டும் வினையுற்ற HCl (·08 N) } = 27·5—18·75 = 8·75

வீழ்படிவு வினையில் பங்கு பெற்ற சோடியம் கார்பனேட்டுக்குசமமான HCl (·08 N) } = 37·5—8·75 = 28·75 மி.லி.

$$28{\cdot}75 \text{ மி.லி. } HCl\ ({\cdot}08\ N) = 28{\cdot}75 \text{ மி.லி. } Ca\,CO_3\ ({\cdot}08N)$$

$$\therefore \left.\begin{array}{l}\text{நீரின் கூட்டு வன்மை}\end{array}\right\} = \frac{50}{1000} \times \frac{{\cdot}08 \times 28{\cdot}75 \times 10^6}{500}$$

$$= 230 \text{ p. p. m.}$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{நீரின் கார்பனேட் அற்ற}\\ \text{வன்மை}\end{array}\right\} \begin{array}{l} = 230-100 \\ = 130 \text{ p. p. m.}\end{array}$$

பல தொழிற்சாலைகளின் பயன்படுத்தப்படும் நீரில் கரைந்துள்ள, சிலிகா ($S_{i}O_2$) கால்சியம், மாக்னீசியம் போன்ற உலோக உப்புக்களின் அளவுகள் மிகக் குறைந்த அளவில் இருக்க வேண்டும். எனவே நீரில் சிலிகா, கால்சியம், மாக்னீசியம் இவற்றின் அளவுகளை தகுந்த பருமனறி பகுப்பியல் மூலமாவது அல்லது நிறையறி பகுப்பியல்(Gravimetric analysis) மூலமாவது அளவிடும் முறைகளை பொறியியல் வல்லுனர்கள் அறிய வேண்டும்.

சிலிகாவை அளவிடல் (Estimation of Silica)

மழை நீர் பூமியை அடைந்த காலம் முதல் ஏதாவது ஒரு வகையான சிலிகா பொருள்களுடன் (மணல், கற்பாறைகள்) தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றது. இக்காரணத்தால் பெரும்பாலான நீரில், சிலிகா கரைந்துள்ளது நீரிலுள்ள சிலிகாவின் அளவை கீழ்க்காணும் நிறையறி பகுப்பின் மூலம் அறியலாம்.

வடிகட்டின 500 மி.லி நீரை ஒரு முகவையில் எடுத்துக் கொள். அத்துடன் 10 மி.லி. தூய ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தைச் சேர். கலவையை ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்திற்கு மாற்றி சூடு செய். கிண்ணத்திலுள்ள நீர் மட்டும் ஆவியாக மாறி வெளிச் செல்லும். நீரில் கரைந்துள்ள உலோக உப்புக்கள் குளோரைடுகளாக தங்கி விடுகின்றன. நீரில் கரைந்துள்ள சிலிகா, ஆர்த்தோ சிலிசிக் அமிலமாக மாறி வீழ் படிவாகப்படியும். கிண்ணத்திலுள்ள நீர் முழுமையும் ஆவியாகி வெளியேறிய பின், உலோக உப்புக்களும், சிலிசிக் அமிலமும், திண்மப் பொருள்களாக பீங்கான் கிண்ணத்திலிருக்கும். இத் திண்மப் பொருளை சுமார் 120°C வெப்ப நிலையில் ஒரு மணி நேரம் வைத்திருந்தால், உலோக உப்புக்களின் படிக நீர் முழுமையும் வெளியேற்றப் படுவதுடன், ஆர்த்தோ சிலிசிக் அமிலமும் சிதைவுற்று சிலிகான் டை ஆக்சைடாக மாறும்.

பீங்கான் கிண்ணத்திலுள்ள பொருள்களைக் குளிரச் செய்து, அதனுடன் நீரும், சிறிதளவு தூய ஹைட்ரோ-குளோரிக்

அமிலமும் கலந்தால் உலோக உப்புக்கள் யாவும் மீண்டும் நீரில் கரையும். சிலிகான் டைஆக்சைடு மட்டும் நீரில் கரையாமல் கிண்ணத்தில் தங்கி விடும். கிண்ணத்திலுள்ள பொருள்களை சாம்பல் கொடுக்காத அளவறி வடிதாளின் (ashless filter paper) வழியாக வடிகட்டுவதன் மூலம், சிலிகான் டை-ஆக்சைடை வடி தாளுக்கு மாற்றலாம். வடிதாளையும், அதிலுள்ள சிலிகான் டை ஆக்சைடையும் நன்கு உலர்த்திய பின், எடை தெரிந்த ஒரு பீங்கான் புடக்குகையில் வைத்து சூடேற்று. வடிதாள் நன்கு கருகிய பின் அடர் தணல் கொண்டு புடக்குகையை நன்கு சூடேற்று.

புடக்குகையிலுள்ள பொருள்கள் நன்கு வெண்மையாக மாறிய பின்னும், ஏறத்தாழ அரைமணி நேரத்திற்கு மேற்கொண்டு சூடேற்ற வேண்டும். பின்பு புடக்குகையை ஒரு உலர்த்தும் பாண்டத்திற்கு மாற்றி, குளிர்வித்து அதன் எடையை காண்க. இந்த எடைகளிலிருந்து நீரிலுள்ள சிலிகாவின் அளவைக் காணலாம்.

கணக்கிடல்

புடக் குகையின் எடை $= w_1$ கிராம்

புடக் குகை + சிலிகாவின் எடை $= w_2$ கிராம்

சிலிகாவின் எடை $= (w_2 - w_1) = x$ கிராம்

நீரின் பருமனளவு $= v$ மி.லி.

சிலிகாவின் சமான எடை (SiO_2) $= \frac{\text{மூலக் கூறு எடை}}{2}$

$= \frac{28 + 32}{2}$

$= 30$

நீரில் சிலிகாவின் அளவு $= \frac{x \times 10^6 \times 50}{30 \times v}$

கால்சியத்தை அளவிடல் (Estimation of Calcium)

நீரிலுள்ள கால்சியத்தின் அளவை பருமனறி பகுப்பு மூலமாகவும், நிறையறி பகுப்பு மூலமாகவும் அறியலாம். பருமனறி பகுப்பில் பார்மாங்கனேட் அளவியல் முறையிலாவது

அல்லது E.D.T.A. வினை பொருளைப் பயன்படுத்தியாவது கால்சியத்தின் அளவை அறியலாம்.

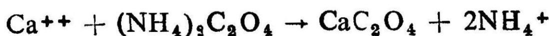
(a) ஆக்சலேட் (பருமனளவு) முறை

100 மி.லி. நீரை ஒரு முகவையில் எடுத்துக் கொண்டு அதில் இரண்டு துளி மெத்தில் ஆரஞ்சு நிறங்காட்டியைச் சேர். முகவையிலுள்ள நீர்மத்தின் நிறம் மஞ்சளாக ஆகும் வரை, துளி துளியாக அம்மோனியா நீர்க் கரைசலைக் கலக்கு பின் 1 மி.லி. தூய நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தைக்கலந்தால், நீர்மம் ஆரஞ்சு நிறமாக மாறும்.

நீர்மமுள்ள முகவையை ஒரு நீர்த் தொட்டியில் (water bath) வைத்து, நீர்மத்தின் வெப்ப நிலையை அதன் கொதி நிலைக்கு உயர்த்து. நீர்மம் கொதிக்கும் பொழுது அதை நன்கு கலக்கிக் கொண்டே புதிதாகச் செய்யப்பட்ட அம்மோனியம் ஆக்சலேட் கரைசலைச் சூடான நிலையில் சிறிது சிறிதாக அதில் ஊற்று. முவையிலுள்ள நீர்மத்துடன் அதிக அளவில் அம்மோனியா நீர்கரைசலை ஊற்று. நீர்மம் மஞ்சள் நிறமாக மாறும். நீர்மத்தை சில நிமிடங்கள் கொதிக்க வைத்து பின் குளிரவை.

வீழ் படிவு நன்றாகப் படிந்து கரைசல் தெளிந்த பின், தெளிவுக்கு இன்னும் சிறிது அம்மோனியம் ஆக்சலேட் கரைசலைச் சேர்த்து வீழ் படிவாக்கல் முற்றுற்றதா எனத் தெரிந்து கொள்.

முகவையிலுள்ள கலவையை தகுந்த அளவறி வடிதாள் மூலமாக வடிகட்டு. கரைசலில் தெளிவை முதலில் இறுத்துக் கொள். வீழ்படிவை புனலிலுள்ள வடிதாளுக்கு மாற்றுவதற்கு முன்பாக, அம்மோனியா கரைந்த நீரால் பன்முறை கழுவி இறுதியில் வீழ் படிவு முழுமையையும் வடிதாளுக்கு மாற்று, வடி நீர் கால்சியம் குளோரைடு கரைசலுடன் வீழ்படிவு தராத வரை வீழ் படிவை அம்மோனியா கரைந்த நீரால் நன்கு கழுவு.



$$Ca^{++} + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 + 2NH_4^+$$

வடி தாளினின்றும் நீர் முழுமையும் வடிந்த பிறகு, புனலை வடிதாளுடன் ஒரு கூம்புக் குடுவையில் வைத்து, ஒரு கூரான கண்ணாடிக் கோலினால் வடிதாளை துளையிடு. நன்கு கொதிக்கும், நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தை வடிதாளின் மீதும், கண்ணாடிக் கோலின், மீதும் ஊற்றி வடிதாளின் மீது படிருந்திருக்கும் கால்சியம் ஆக்சலேட்டை அளவறியாக கூம்புக் குடுவைக்கு மாற்று.

கால்சியம் ஆக்சலேட், கொதிக்கும் நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் கரையும். இக் கரைசலுடன் மேலும் 20 மி. லி. நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தை ஊற்றி, கூம்புக் குடுவையிலுள்ள நீர்மத்தை 80°C வெப்ப நிலைக்கு சூடேற்று.

புயூரெட்டில் பர்மாங்கனேட்டின் பதின் நெறிக்கரைசலை ($0 \cdot 1$ N $KMnO_4$) எடுத்துக் கொண்டு, தரம் பார்த்தல் வினை மூலம் கூம்புக் குடுவையிலுள்ள நீர்மத்துடன் முறிவு காண வேண்டும். வினையுற்ற பர்மாங்கனேட் கரைசலின் பருமனிலிருந்து நீரிலுள்ள கால்சியத்தின் அளவைக் கணக்கிடலாம்.

கணக்கிடல்

நீரின் பருமனளவு = 100 மி. லி.

தரம் பார்த்தல் வினையில் பங்கு பெற்ற பர்மாங்கனேட் பதின்நெறி கரைசலின் பருமனளவு = V மி. லி.

V மி. லி. $0 \cdot 1$ $MKnO_4$. ≡ V. மி. லி. $0 \cdot 1$ N $\cdot$ Ca^{++}

∴ ஒரு லிட்டர் நீரில் கால்சியத்தின் எடை $= \frac{0 \cdot 1 \times 20 \times V}{100}$ கிராம்

நீரில் கால்சியத்தின் அளவு $= \frac{0 \cdot 1 \times 20 \times V}{100 \times 20} \times 10^6 \times 50$

$= V \times 50$ p. p. m.

(b) E. D. T. A (பருமனளவு) முறை

100 மி. லி. நீருடன் சுமார் ph $\cdot$ 10 மதிப்புள்ள 10 மி. லி. தொங்கல் கரைசலையும், ஏழு அல்லது எட்டு துளிகள் எரிக்குரோம் கருப்பு $\cdot$ T $\cdot$ என்ற நிறங்காட்டியையும் சேர்க்க வேண்டும். $\cdot 1$ N செறிவுள்ள E D.T.A யின் டைசோடியம் உப்பு திட்டக் கரைசலை பியூரெட்டில் எடுத்துக் கொண்டு முறிவு காண வேண்டும். தரம் பார்த்தல் வினையில் கண்ட E.D.T.A வினை பொருளின் பருமனளவிலிருந்து நீரிலுள்ள கால்சியத்தின் அளவைக் கணக்கிடலாம்.

கணக்கிடல்

நீரின் பருமனளவு = 100 மி. லி.

தரம் பார்த்தல் வினையில் பங்கு பெற்ற E.D.T.A ($\cdot$ 1N) கரைசலின் பருமனளவு = V. மி. லி.

நீரில் கால்சியத்தின் அளவு $= V \times 50$ p. p. m.

(c) ஆக்சலேட் (நிறையறி) முறை

100 மி.லி. நீரை எடுத்துக் கொண்டு அதிலுள்ள கால்சியம் உலோக அயனிகளை பருமனளவு முறையில் விவரித்தபடி அளவறிவாக கால்சியம் ஆக்சலேட் வீழ் படிவைப் பெற வேண்டும்.

ஒரு தூய போக்குப் பளிங்கு (Sintered glass) புடக்குகையைக் காற்றுலையில் உலர்த்தினபின் உலர்த்தும் பாண்டத்தில் குளிரச் செய்து அதன் எடையைக் காண்க.

இப் புடக்குகையை ஒரு புக்னர் புனலில் பொருத்தி, புனலுடன் ஒரு உறிஞ்சு குழாயை இணைத்துக் கொள். பின் கால்சியம் ஆக்சலேட் வீழ் படிவுள்ள நீர்மத்தின் தெளிவு முழுவதையும், ஒரு கண்ணாடிக் கோல்வழியாக புடக் குகையில் வடித்த பின், வீழ் படிவை அம்மோனியா கரைந்த நீரால் பன்முறை கழுவி வடிக்க வேண்டும், பின் வீழ்படிவு முழுவதையும், அளவறிவாக போக்கு பளிங்கு புடக் குகைக்கு மாற்று. வடி நீரில் ஆக்சலேட் உறுப்பு இல்லாதிருக்கும் வரை வீழ்படிவை அம்மோனியா கரைந்த நீரால் கழுவ வேண்டும்.

வீழ்படிவிலிருந்து நீர் முற்றிலும் உறிஞ்சப்பட்ட பின்னர், புடக் குகையை 105°C வெப்ப நிலையில் அரை மணி நேரம் வைத்திருக்க வேண்டும். புடக் குகை நன்றாக உலர்ந்த பின், அதனை ஒரு உலர்த்தும் பாண்டத்தில் வைத்து. ஆய்வுக்கூட வெப்ப நிலைக்குக் குளிரச் செய்த பின் அதன் எடையைக் காண்க. சோதனையில் கண்ட எடைகளிலிருந்து நீரிலுள்ள கால்சியத்தின் அளவைக் காணலாம்.

கணக்கிடல்

நீரின் பருமனளவு	= 100 மி.லி.
தூய போக்கு பளிங்கு புடக்குகையின் எடை	= W_1 கிராம்
புடக்குகை + கால்சியம் ஆக்சலேட்டின் எடை	= W_2 கிராம்
100 மி.லி. நீரிலிருந்து பெறப் பெற்ற கால்சியம் ஆக்சலேட்டின் [$CaC_2O_4 \cdot H_2O$]	= $W_2 - W_1$ = a கிராம்

கால்சியம் ஆக்சலேட் ஒற்றை ஹைட்ரேட் மூலக்கூறில் ஒரு கால்சியம் அணு உள்ளது. (40+24+64+18) கிராம் கால்சியம் உப்பில் 40 கிராம் கால்சியம் உள்ளது.

a கிராம் கால்சியம் உப்பில், கால்சியத்தின் எடை $= \frac{a \times 40}{146}$

கால்சியத்தின் சமான எடை எண் $= 20$

சோதனைக்கு எடுத்துக்கொண்ட நீரில் கால்சியத்தின் அளவு $= \frac{a \times 40}{146 \times 100} \times 10^6 \times \frac{50}{20}$

$= \frac{a}{146} \times 10^6$ p.p.m.

மக்னீசியத்தை அளவிடல் (Estimation of Magnesium)

நீரிலுள்ள மக்னீசியம் அயனியின் அளவை பருமனறி பகுப்பியல் முறையில் நிர்ணயிக்க E.D.T.A வினைப் பொருளைப் பயன்படுத்தலாம். மக்னீசியத்தை பைரோபாஸ்ஃபேட் சேர்மமாகவோ அல்லது ஆக்சினேட் சேர்மமாகவோ மாற்றி நிறையியல் பகுப்பு முறையிலும் அதன் அளவைக் காணலாம்.

(a) E.D.T.A முறை

கூம்புக் குடுவையிலுள்ள 100 மி.லி. நீருடன் சுமார் p.H. மதிப்பு 10 உள்ள 10 மி.லி. தொங்கல் கரைசலையும் சுமார் ஏழு அல்லது எட்டு துளிகள் எரிக்குரோம் கருப்பு T. என்ற நிறங்காட்டியையும் கலந்துகொள். நீரில் மக்னீசியம் அயனிகளிருப்பதால் நிறங்காட்டி சிகப்பு நிறமாகமாறி, நீர்மம் இளஞ்சிகப்பு நிறமாக இருக்கும். பியூரெட்டில் 0·1N செறிவுள்ள E.D.T.A யின் டைசோடியம் உப்புதிட்டக் கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு, நீருடன் முறிவு காண்க. கூம்புக் குடுவையிலுள்ள நீர்மம் நீல நிறமாக மாறுவது தரம்பார்த்தல் வினையில் முறிவு நிலையைக் குறிக்கின்றது. வினையில் பயன்படுத்தப்பட்ட E.D.T.A கரைசலின் பருமனளவிலிருந்து, நீரிலுள்ள மக்னீசியம் அயனிகளின் அளவை அறியலாம்.

கணக்கிடல்

நீரின் பருமனளவு = 100 மி.லி.

வினையுற்ற E.D.T.A (0·1N) கரைசலின் பருமனளவு = V. மி.லி.

∴ நீரில் மக்னீசியத்தின் அளவு = V × 50 p.p.m.

(b) பைரோ பாஸ்ஃபேட் முறை

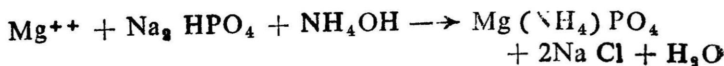
ஒரு கண்ணாடி முகவையில் 100 மி லி. நீரை எடுத்துக்கொள். இதில் இரண்டு துளிகள் மெத்தில் ஆரஞ்சு நிறங்காட்டியைச் சேர்த்தபின், 2 மி.லி. அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து ஒரு கண்ணாடிக் கோலால் நன்கு கலக்கு.

குளிர்ந்த நிலையில் நன்கு கலக்கிக்கொண்டே 10 மி.லி. டைசோடியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்ஃபேட் கரைசலைச் சேர்க்க வேண்டும் பின் நீர்மம் காரத்துவம் அடையும் வரையில் அடர் அம்மோனியா கரைசலை சேர்க்கவேண்டும் நிறங்காட்டியின் உதவியால் நீர்மம் மஞ்சள் நிறமாகமாறி, அது காரத்துவம் அடைந்ததைக் காட்டுகின்றது. தொடர்ந்து 5 மி.லி. அடர் அம்மோனியா கரைசலைக் கலந்து, குறைந்தது 12 மணி நேரம் முகவையிலுள்ள கலவையின் அமைதியைக் குலைக்காமல் வைத்திருந்து வீழ்படிவை படியச் செய்

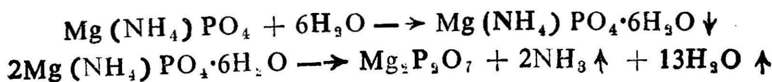
அளவறி வடிதாளின் வழியாக முதலில் தெளிவை வடிகட்டிய பின், வீழ்படிவை அம்மோனியா கலந்தவாலை வடிநீரால் பன்முறை கழுவி வடிகட்டு இறுதியில் வீழ்படிவை வடிதாளுக்கு அளவறியாக மாற்றி, வடிநீரில் பாஸ்ஃபேட் உறுப்பு இல்லாதிருக்கும் வரை வீழ்படிவை அம்மோனியா நீரால் நன்கு கழுவு.

வீழ்படுவை காற்றுலையில் உலர்த்தி, வடிதாளை வீழ்படிவுடன் மடித்து, எடை தெரிந்த ஒரு தூய உலர்ந்த பீங்கான் புடக்குகையிலிட்டு, சூடுபடுத்து. வடிதாள் நன்கு எரிந்தபின்பு, மெக்கர் எரிசாதனத்தைப் பயன்படுத்தி, சுமார் 1100°C வெப்ப நிலைக்கு வீழ்படிவை சூடு செய். இந் நிலையில் புடக்குகையிலுள்ள பொருள் முழுமையுமாக மக்னீசியம் பைரோ பாஸ்ஃபேட்டாக மாறிவிட்டதாகக் கருதலாம்,

புடக்குகையை ஒரு உலர்த்தும் பாண்டத்தில் குளிரவைத்து, அதன் எடையைக் காண்க. சம எடை இருக்கும்வரை மீண்டும் மீண்டும் புடக்குகையைச் சூடேற்றி, குளிரவைத்து எடையைக் காணவேண்டும். மக்னீசியம் பைரோபாஸ்ஃபேட்டின் எடையிலிருந்து நீரிலுள்ள மக்னீசியத்தின் அளவைக் காணலாம்.



$$Mg^{++} + Na_2HPO_4 + NH_4OH \longrightarrow Mg(NH_4)PO_4 + 2NaCl + H_2O$$



$$Mg(NH_4)PO_4 + 6H_2O \longrightarrow Mg(NH_4)PO_4 \cdot 6H_2O \downarrow$$

$$2Mg(NH_4)PO_4 \cdot 6H_2O \longrightarrow Mg_2P_2O_7 + 2NH_3 \uparrow + 13H_2O \uparrow$$

கணக்கிடல்

தூய உலர்ந்த பீங்கான் புடக் குகையின் எடை } = W_1 கிராம்

புடக்குகை + மக்னீசியம் பைரோ ஃபாஸ்பேட்டின் எடை } = W_2 கிராம்

மக்னீசியம் பைரோபாஸ்ஃபேட்டின் ($Mg_2P_2O_7$) எடை } = $W_2 - W_1$ கிராம் = a கிராம்

மக்னீசியம் பைரோபாஸ்ஃபேட்டின் ($Mg_2P_2O_7$) மூலக்கூறு எடை } = 48·6+62+112 = 222 6

222·6 கிராம் எடையில் மக்னீ சியத்தின் எடை } = 48·6 கிராம்

∴ a கிராம் மக்னீசியம் பைரோ பாஸ்ஃபேட்டில் மக்னீசியத்தின் எடை } = $\frac{a \times 48·6}{222·6}$

எடுத்துக்கொண்ட நீர் = 100 மி. லி.

மக்னீசியத்தின் சமான எடை எண் = 12·15

∴ 1,000,000 கிராம் நீரில் மக்னீசியத்தின் எடை } $= \frac{a \times 48·6 \times 1,000,000}{222·6 \times 100}$

$= \frac{a \times 486000}{222·6}$

மக்னீசியத்தின் சமான எடை எண் } $= \frac{24·3}{2}$

= 12·15.

நீரில் மக்னீசியத்தின் அளவு $= \frac{a \times 486000}{222·6 \times 12·15} \times 50$

$= \frac{a \times 106}{111·3}$ p. p. m.

(c) ஆக்சினேட் முறை

2 கிராம், 8-ஹைட்ராக்சி கினோலினை (8-Hydroxy quinoline) மித வெப்ப நிலையிலுள்ள நீர்த்த அசிட்டிக் அமிலத்தில் கரைத்துக் கொள். இந்த நீர்மத்திற்கு ஆக்சைன் (oxine) கரைசல் அல்லது வினைபொருள் என்று பெயர். ஆக்சைன் மக்னீசியம் அயனிகளுள் உள்ள நீர்மத்துடன் வினையுற்று, அளவறிவாக மக்னீசியம் ஆக்சினேட் என்ற அணைவுப் பொருளைக் கொடுக்கின்றது

100 மி. லி. நீரை ஒரு கண்ணாடி முகவையில் எடுத்துக் கொண்டு, அதில் மித்தில் ஆரஞ்சு நிறங் காட்டியில் இரண்டு துளிகள் சேர். முகவையிலுள்ள நீர்மத்துடன் சுமார் 2 கிராம் அம்மோனியம் குளோரைடு திண்மப் பொருளையும், தொடர்ந்து அம்மோனியா கரைசலையும், நீர்மம் காரத்துவத்தை அடையும் வரை சேர்.

முகவையிலுள்ள நீர்மத்தை சுமார் 80° C வெப்ப நிலைக்குச்சூடு படுத்தி, அதனுடன் 10 மி. லி. ஆக்சின் வினைபொருளை நன்கு கலக்கிக் கொண்டே சேர். மஞ்சள் நிறமுள்ள படிகங்கள் வீழ் படிவாகப் படியும். தொடர்ந்து முகவையிலுள்ள நீர்மத்துடன், சுமார் 5 மி. லி. அடர் அம்மோனியா கரைசலைத் கலந்து, முகவையி லுள்ள நீர்மக் கலவையின் அமைதியைக் குலைக்காமல் சுமார் நான்கு மணி நேரம் வைத்திரு.

எடை தெரிந்த ஒரு தூய உலர்ந்த போக்குப் பளிங்கு புடக் குகையை, ஒரு புக்னர் புனலில் பொருத்தி, புனலுடன் ஓர் உறிஞ்சு குழாயை இணை. முகவையிலுள்ள தெளிவு முழுவதையும் ஒரு கண்ணாடிக் கோல் வழியாக புடக்குகையில் வடித்த பின், வீழ் படிவை அம்மோனியா கரைந்த நீரால் பன்முறை கழுவு.

இவ்வாறு வீழ் படிவை பன்முறை நன்கு கழுவிய பின் அதனை புடக் குகைக்கு அளவறிவாக மாற்று. புடக் குகையிலுள்ள வீழ் படிவை பன்முறை அம்மோனியா கரைசலினால் கழுவிய பின்; அதிலுள்ள நீர் முற்றிலுமாக உறிஞ்சப்பட வேண்டும். புடக் குகையை எடுத்து ஒரு காற்று உலையில் 105°C வெப்ப நிலையில் சுமார் 30 நிமிடம் உலர்த்து. புடக்குகையை ஒரு உலர்த்தும் பாண்டத்தில் குளிரச் செய்து அதன் எடையைக் காண்க. மக்னீசியம் ஆக்சினேட்டின் எடையிலிருந்து, நீரில் மக்னீசியத் ன் அளவைக் கணக்கிடலாம்.

கணக்கிடல்

தூய போக்குப் பளிங்கு புடக் குகையின் எடை $= w_1$ கிராம்

புடக் குகை + மக்னீசியம் ஆக்சினேட்டின் எடை $= w_2$ கிராம்

மக்னீசியம் ஆக்சினேட்டின் $[Mg(OC_9H_6N_2) \cdot 2H_2O$ எடை $= w_2 - w_1$ கிராம்

$= a$ கிராம்

மக்னீசியம் ஆக்சினேட்டின் மூலக் கூறெடை எண் $[Mg(OC_9H_6N_2) \cdot 2H_2O]$ $= 24{\cdot}3 + [16 + 108 + 6 + 14]_2 + 36$

$= 348{\cdot}3$

348·3 கிராம் எடையுள்ள மக்னீசியம் ஆக்சினேட்டில் 24·3 கிராம் மக்னீசியம் உள்ளது.

∵ a கிராம் மக்னீசியம் ஆக்சினேட்டில் மக்னீசியத்தின் எடை $= \frac{a \times 24{\cdot}3}{348{\cdot}3}$

எடுத்துக் கொண்ட நீர் $= 100$ மி. லி

ஒரு மிலியன் கிராம் நீரில் மக்னீசியத்தின் எடை $= \frac{a \times 24{\cdot}3 \times 10^6}{100 \times 348{\cdot}3}$

மக்னீசியத்தின் சமான எடை எண் $= 12{\cdot}15$

நீரில் மக்னீசியத்தின் அளவு $= \frac{a \times 24{\cdot}3 \times 10^6}{348{\cdot}3 \times 100 \times 12.15} \times 50$

$= \frac{a \times 10^6}{348{\cdot}3}$ p. p. m.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள நீரை, தொடர்த்து கீழ் கண்ட சோதனைகளுக்கு உட்படுத்துவதன் மூலம் அதிலுள்ள சிலிகா (SiO_2), கால்சியம், மக்னீசியம் இவற்றைக் காணலாம்.

வடி கட்டின நீரில் 1000 மி.லி. எடுத்துக் கொள்: இதில் சிலிகா, கால்சியம், மக்னீசியம் போன்ற பொருள்களுடன் வேறு கார உறுப்புகளும், அமில உறுப்புகளும் இருக்கக் கூடும். நீருடன் சிறிதளவு தூய ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தைக் கலந்து கலவையைச் சிறிது சிறிதாக ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்திற்கு மாற்று. கிண்ணத்தைச் சூடு செய்வதன் மூலம் அதிலுள்ள நீரை மட்டும் வெளியேறும்படிச் செய். இவ்வாருக நீர் முழுமையும் வெளியேற்றப்பட்ட பின், ஆர்த்தோ சிலிசிக் அமிலமும், உலோக குளோரைடுகளும், பிற உறுப்புகளும் பீங்கான் கிண்ணத்தில் தங்கி விடும். கிண்ணத்திலுள்ள திண்மப் பொருள்களை தொடர்ந்து சூடுபடுத்தினுல், சிலிசிக் அமிலம் சிதைந்து, சிலிகா உண்டாகும்; பல உப்புக்கள் சிதைவுறும்.

கிண்ணத்தை குளிரச் செய்து, சிறிது ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலமும் சிறிதளவு வாலை வடி நீரும் ஊற்றி, கிண்ணத்தை மீண்டும் சூடுபடுத்தினுல் சிலிகாவைத் தவிர மற்றெல்லா திண்மப் பொருள்களும் நீரில் கரைகின்றன. கரைசலை அளவறி வடி தாளின் வழியாக வடி கட்டினுல் சிலிகா வடிதாளில் தங்கி விடுகின்றது. வடி நீரை ஒரு முகவையில் தனியே சேகரிக்க வேண்டும். வடிதாளை எரித்து சிலிகாவின் எடையைக் கணக்கிடலாம்.

முன் சோதனையில் கிடைத்த வடி நீருடன், மித்தில் ஆரஞ்சு நிறங் காட்டியைக் கலந்து, சுமார் இரண்டு கிராம் அம்மோனியம் குளோரைடு திண்மப் பொருளையும் கலந்து, பின் அம்மோனியாக் கரைசலை நன்கு கலக்கிக் கொண்டே சேர்க்க வேண்டும். நீரிலுள்ள அலுமினியம், இரும்பு போன்ற உலோக அயனிகள், ஹைட்ராக்சைடு வீழ் படிவுகளாகப் படிகின்றன. வீழ் படிவை நீக்கி வடி நீரை அளவறிவாக ஒரு முகவையில் சேர்த்துக் கொள்க.

இத்த வடி நீருடன் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து மீண்டும் நீர்மத்தை அமில நிலமைக்கு கொண்டு வர வேண்டும். முகவையிலுள்ள நீர்மத்தை அதன் கொதி நிலைக்குக் கொணர்ந்து, அத்துடன் கொதிக்கும் அம்மோனியம் ஆக்சலேட் கரைசலைக் கலக்கு. அடர் அம்மோனியா கரைசலைச் சேர்த்து முகவையிலுள்ள நீர்மம் காரத்துவம் கொள்ளுமாறு செய். கால்சியம் ஆக்சலேட் வீழ் படிவாகப் படிகின்றது. கலவையை எடை தெரிந்த போக்குப் பளிங்கு புடக்குகையின் வழியே செலுத்தி, வீழ் படிவையும், தெளிவையும் பிரிக்கலாம். தெளிவை

அளவறிவாக ஒரு முகவையில் சேகரித்துக் கொள். போக்குப் பளிங்கு புடக் குகையை உலர்த்தி, கால்சியம் ஆக்சலேட்டின் எடையைக் காண்பதன் மூலம் நீரிலுள்ள கால்சியத்தின் எடையைக் கணக்கிடுக.

மேலே சொன்ன சோதனையில் கிடைத்த வடிநீருடன், டை சோடியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்ஃபேட் கரைசலைக் கலந்தால், மக்னீசியம் அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட் வீழ் படிவு கிடைக்கின்றது. வீழ்படிவை ஒரு அளவறி வடிதாளில் சேகரித்து, உலர்த்தி, நன்கு வெப்பப்படுத்தினால் மக்னீசியம் பைரோபாஸ்ஃபேட் கிடைக்கின்றது. மக்னீசியம் பைரோபாஸ்ஃபேட்டின் எடையைக் காண்பதன் மூலம் நீரில் மக்னீசியத்தின் அளவைக் கணக்கிடலாம்.

மாசுப் பொருள்களும் அவற்றை நீக்கும் முறைகளும்

நீரில் கரைந்துள்ள பெரும்பாலான மாசுப் பொருள்களை, அவற்றின் தன்மைகளுக்கேற்ப ஆறு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன (1) தொங்கல் நிலையிலும், கூழ் நிலையிலும் உள்ள மாசுப் பொருள்கள் (2) கரைந்துள்ள கனிமப் பொருள்கள் (3) கரைந்துள்ள வாயுப் பொருள்கள் (4) நுண் உயிர் பொருள்கள் (5) சிலிகா (6) எண்ணெய்ப் பொருள்கள் இந்த மாசுக்கள் நீரில் இருப்பதற்கான காரணங்களையும் மாசுக்களைக் கட்டுப் படுத்தும் முறைகளையும் அறிந்தால், ஒரு குறிப்பிட்ட தொழிற்சாலைக்கு வேண்டிய நீரை தகுந்த முறையில் பக்குவப் படுத்த முடியும்.

தொங்கல் நிலையிலும் கூழ் நிலையிலுமுள்ள மாசுப் பொருள்கள் (Suspended and Colloidal Impurities)

காற்றிலுள்ள தூசுக்கள், தொழிற்சாலையின் புகை போக்கி (Chimney) களினின்று வெளியேறும் கார்பன் அல்லது நீரில் கரையாத மற்ற திண்மப் பொருள்கள் மழை நீரில் தொங்கல் நிலையில் மாசுப் பொருள்களாக உள்ளன. ஆற்று நீரில் அதிக அளவில் சிறு மணல், நீரில் கரையாத கனிம கரிமப் பொருள்கள், தொங்கல் நிலையிலும், கூழ் நிலையிலும் மாசுப் பொருள்களாக உள்ளன. குளம், ஏரி போன்ற நிலையான நீர் தேக்கங்களில் கூழ் நிலையிலுள்ள மாசுப் பொருள்கள் காணப்படுகின்றன. பூமிக்கடியிலிருந்து பெறப்படும் நீரின் வகைகளில் இவ்வகை மாசுப் பொருள்கள் காணப்படுவதில்லை. கடல் நீரில் தொங்கல் நிலையிலுள்ள பொருள்கள் இருப்பதில்லை.

தொங்கல் நிலையிலுள்ள மாசுப் பொருள்களின் குறுக்களவு 1×10^{-4} செ.மீ. விட அதிக அளவாக உள்ளன. நீர்த் துகள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதும் பொழுது வான்டர்வால் பிணைப்புகளால் கட்டுண்டு பெரிய துகள்களாக மாறுகின்றன. துகள்களின் பருமனளவு அதிகமாகும் பொழுது, அவை நீரின் அடித்தளத்தில் வண்டல்களாகத் (Sediments) தங்கி விடுகின்றன. எனவே ஓடும் நீரின் வேகத்தை கட்டுப் படுத்தினுலோ, அல்லது நீரை நிலையாக ஓரிடத்தில் சேகரித்து சில நாட்கள் வைத்திருந் தாலோ தொங்கல் நிலையிலுள்ள மாசுப் பொருள்களை எளிதில் வண்டல்களாக மாற்றலாம். தொழிற்துறையில் நீரிலுள்ள கூழ் நிலைப் பொருள்களை தொங்கல் நிலைக்கு கொணர்ந்து, அவற்றுடன் ஆரம்ப நிலையிலுள்ள தொங்கல் பொருள்களையும் தகுந்த தொட்டி களில் செலுத்தி, வண்டல்களாகப் படிய வைக்கின்றனர்.

கூழ் நிலையிலுள்ள பொருள்கள் யாவும் மகச் சிறிய துகள் களாக உள்ளன. அவற்றின் குறுக்களவு 1×10^{-4} லிருந்து 1×10^{-7} செ.மீ. வரை இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். இத்துகள்கள் யாவும் ஒரே விதமான மின் சுமைகளைப் (electric charges) பெற்றுள்ளன. இக் காரணததால் இவைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதி, பருமனளவு பெருக்கம் அடையமுடிவதில்லை.

கூழ் நிலையிலுள்ள துகள்களின் மின் சுமைகள் நீக்கப் பெற்ருல், அவைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதும் பொழுது ஒன்று சேர்ந்து தொங்கல் நிலையிலுள்ள பெரிய துகள்களாக மாறு கின்றன. கூழ் நிலை துகள்களின் மின் சுமைகளை நடுநிலை யாக்கு வதற்காக திரிதல் பொருள்கள் (Coagulants) என அழைக்கப்படும் கனிமப் பொருள்கள் நீருடன் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு கூழ் நிலையிலுள்ள பொருள்கள் தொங்கல் நிலையை அடைந்து வண்டலாகக் கீழ்படியும் நிகழ்ச்சியை திரிதல் (Coagulation) என்கிருேம்.

மின் சுமைகளைப் பெற்றுள்ள அயனிகளால் திரிதல் ஏற்படும காரணத்தால், ஒரு அயனியின் மின் சுமைக்கும், அதன் திரிதல் திறனுக்கும் நேர் தொடர்பு இருக்க வேண்டுமென்கின்றது. நேர் மின் அயனிகளான Na^{+}, Mg^{++}, Al^{+++} இவற்றை எடுத்துக் கொண்டால் அவற்றின் திரிதல் திறனைக் கீழ்க் கண்ட வகையில் வரிசைப் படுத்தலாம்.



$$Al^{+++} > Mg^{++} > Na^{+}$$

அது போன்றே Cl^{-}, SO_4^{--}, PO_4^{---} போன்ற எதிர் மின் அயனிகளை எடுத்துக் கொண்டால் அவற்றின் திரிதல் திறனைக் கீழ்க் கண்டவாறு வரிசைப் படுத்தலாம்.

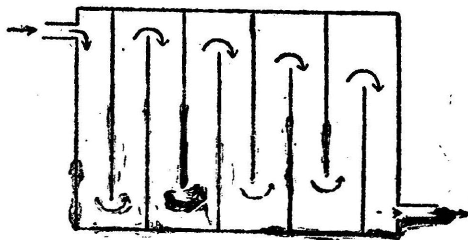


$$PO_4^{---} > SO_4^{--} > Cl—$$

இதனையே ஹாடி—ஹாஷல்யை விதி (Hardy—Schulzl's law) கூறுகின்றது. இவ்விதியை "திரிதல் திறன், அயனிகளின் இணை திறனுக்கேற்ப அமைகின்றது" என வரையறுக்கலாம்.

தொழில் துறையில் ஆலம் (Alum) சல்ஃபேட் போன்ற பொருள்கள் நீரிலுள்ள கூழ் பொருள்களைத் திரிதல் செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றுள் ஆலம் [Al_2 $(SO_4)_3$ K_2 SO_4 24 H_2O]. அலுமினியம் சல்ஃபேட்டைவிட [$Al_2(SO)_{34}$) மிகுந்த திறன் பெற்றது.

ஆற்று நீரை தகுந்த கால்வாய்கள் அல்லது குழாய்கள் மூலம் தொழிற்சாலைக்கு அருகாமையிலுள்ள இடத்திற்கு கொண்டு வருகின்றனர். இந்த நீருடன் சிறிதளவு ஆலம் கரைசலைக்கலந்து பெரிய வண்டல் படிய வைக்கும் தொட்டிகளின் வழியே செலுத்து கின்றனர்.

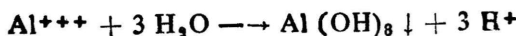


படம் 1.

இத் தொட்டிகளில் படத்தில் காட்டியபடி பல தடுப்புச் சுவர்கள் (Baffle walls) அமைக்கப்பட்டிருக்கும். நீர் இத் தொட்டியின் ஒரு புறமுள்ள உட்புகு குழாயின் வழியே புகுந்து மறுபுறமுள்ள வெளியேற்றும் குழாயை எளிதில் அடைய முடியாமல் இத் தடுப்புச் சுவர்கள் செயல் புரிகின்றன. தொட்டியிலுள்ள பல சுவர்களால் நீரின் வேகம் தடைபடுகின்றது. மேலும் நீர் வெளியேற்றுக் குழாயை அடைய அதிக காலம் ஆகின்றது.

இவ்வாறு தாமதமாக்கப்பட்ட நேரத்தில் கூழ் நிலையிலுள்ள துகள்களின் மின் சுமைகள், ஆலம் கரைசலிலிருந்து கிடைக்கப்படும் அயனிகளால் நீக்கப் பெறுகின்றன. கூழ்நிலையிலுள்ள பொருள்கள் திரிதல் அடைந்து வண்டலாகக் கீழே படிகின்றன.

மேலும் அலுமினியம் காரத்துவம் குறைந்த அயனியாகையால் அது நீருடன் வினையுற்று அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடு என்ற வீழ்படிவை உண்டாக்குகின்றது.

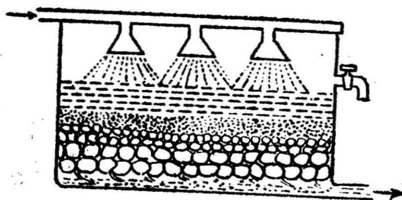


$$Al^{+++} + 3\,H_2O \longrightarrow Al\,(OH)_3 \downarrow + 3\,H^+$$

அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடு வீழ்படிவு ஊன்பசை போன்ற (geletaneous) வீழ்படிவாகும். இதன் புறப்பரப்பும் அதிகமாக உள்ளது. இந்த வீழ்படிவின் பௌதிகத் தன்மையாலும், புறப்பரப்பிலுள்ள வான்டெர்வால் பிணைப்பு போன்றவைகளாலும், மாசுப் பொருள்கள் ஒன்று திரட்டப்பட்டு வண்டலாக எளிதில் படிகின்றன. எனவே நீரில் தொங்கல் நிலையிலுள்ள பொருள்களும் வண்டல்களாக பௌதிக வேதி வினைகளால் மாற்றப்படுகின்றன. வண்டல் படியவைக்கும் தொட்டியிலிருந்து வெளியேறும் நீரில் மிகச் சிறியளவில் பொருள்கள், தொங்கல் நிலையில் இருக்கக்கூடும். இதனை வடிகட்டுவதன் மூலம் நீக்குகின்றனர்.

பெருமளவில் நீரை வடிகட்டுவதற்கு இரண்டு முறைகள் பயன்படுகின்றன. அவைகளாவன (1) ஈர்ப்பு விசை முறை (Gravitation process) (2) அழுத்த முறை (Pressure process)

முதல் முறையில், நீர் பூமியின் ஈர்ப்பு விசையினால் வடிகட்டப்படுகின்றது. இம்முறையில் பெரிய சிமெண்டு தொட்டிகள் கட்டப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு தொட்டியும் வட்ட வடிவமாகவும் சுமார் 10 மீட்டர் குறுக்களவும் 5 மீட்டர் உயரமும் உள்ளதாக இருக்கும்.



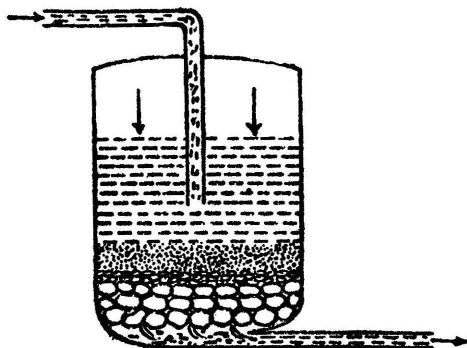
படம் 2.

தொட்டியின் அடிப்பாகத்தில் வடிகட்டப் பட்ட நீர் வெளியேற குழாய்களிருக்கும். தொட்டியில் சுமார் ½ மீட்டர் உயரத்திற்கு 5 செ.மீ. கருங்கல் ஜல்லியும், அதன் மேல் சுமார் ½ மீட்டர் உயரந் திற்கு 3 முதல் 2செ.மீ. அளவுள்ள கருங்கல் தூள்களும், அதற்கு மேல் சுமார் 1 மீட்டர் உயரத்திற்கு பெருமணலும் அமைக்கப் பட்டிருக்கும். வண்டல் படிய வைக்கும் தொட்டியிலிருந்து வெளி யேறும் நீர், சிமெண்டு தொட்டிகளிலுள்ள மணலின் மேல் தகுந்த சாதனத்தின் மூலம், சிறு திவலைகளாகத் தெளிக்கப்படும். வடி கட்டும் படுகை (filter bed)யின் வழியாக நீர் செல்லும் பொழுது, அதில் தொங்கல் நிலையிலுள்ள மாசுக்கள் யாவும் தங்கி விடுகின்றது. மணலின் மேல் பரப்பில், குழைந்த சேறு (slime) எனப்படும் வழவழப்பான திண்மநிலையில், பெரும்பாலான தொங்கல் பொருள்கள் தங்கிவிடும். இக்குழைந்த சேறில் நீரி லுள்ள நுண் உயிரினங்களைச் சேர்ந்த பாக்டீரியாக்களும் தங்கி விடுகின்றன. சில நாட்களுக்குப் பிறகு வடிகட்டும் படுகையின் செயல் திறன் (efficiency) குறையும் அந்நிலையில் வெளியேறும் குழாயின் வழியே, வடிகட்டும் படுகையை நோக்கி நீரைச் செலுத் தினால், படுகையின் மேலுள்ள குறைந்த சேறும், மற்ற மாசுப் பொருள்களும் படுகையினின்றும் விடுபடும். இச் செயலில் படுகையின் மேல் வரும் சேறு கலந்த நீரை அகற்றி, மீண்டும் படுகையைப் பயன் திறன் மிக்கதாகச் செய்யலாம். இச்செயல் முறைக்கு (Process) பின்னோக்கி கழுவுதல் (Back washing)என்று பெயர். இம்முறையைப் பயன்படுத்தி 1 மணி நேரத்தில் 1 சதுர மீட்டருக்கு 4500 லிட்டர் நீரை வடிகட்டலாம். இது ஒரு எளிய முறையாகையால் பல நகரங்களில் விநியோகப்படும் நீரை இம் முறையில் வடிகட்டுகின்றனர்.

தொழில் துறைகளில் நீர் அதிக வேகத்தில் வடிகட்டப்பட வேண்டியிருத்தலால் அழுத்த முறையை சிலர் பின் பற்றுகின்றனர். சுமார் 2 மீட்டர் குறுக்களவும், 4 மீட்டர் உயரமும் உள்ள இரும்பினாலான உருளை வடிவான தொட்டியினுள், நீர் மேலிருந்து செலுத்தப்படுகிறது

தொட்டியின் அடி பாகத்தில் ஈர்ப்பு விசை முறை அமைக்கப் பட்டுள்ளது. தவிர கூடுதல் பரிமானமுள்ள கற்கள் கீழ் தளத்திலும், மேல் தளத்தில் சுத்தமான மணலும் கொண்ட வடி கட்டும் படுகை தொட்டியில் உண்டு. தொட்டியின் மேற்புறம் காற்று புக முடியாதபடி மூடப்பட்டிருக்கும். உள் செலுத்தப் பட்ட நீர், அதனால் இடம் பெயர்க்கப்பட்ட காற்றின் அழுத்தத் தினால் கீழ் நோக்கி அழுத்தப்படுகின்றது. நீர் வடிகட்டும்

படுகையின் வழியே வேகமாக செலுத்தப்படுகின்றது. வடிகட்டின நீர் தொட்டியின் கீழ் அமைந்துள்ள வெளியேற்றும்



படம் 3.

குழாயின் மூலம் வெளியேறும். இம் முறையிலும் சில நாட்களில் வடிகட்டும் படுகையின் மேல் குழைந்த சேறு படிவதால், படுகையின் செயல் திறன் குறையும். அந்நிலையில், பின்னோக்கி கழுவுதல் முறையில், படுகையின் மேல் படிந்துள்ள குழைந்த சேற்றை நீக்கி, மீண்டும் செயல் திறனை அதிகப்படுத்தலாம் இம் முறையில் ஒரு மணி நேரத்தில் ஒரு சதுர மீட்டருக்கு 10,000 லிட்டர் நீர் என வடியும்படிச் செய்யலாம்

கரைந்துள்ள கனிமப் பொருள்கள் (Dissolved Minerals)

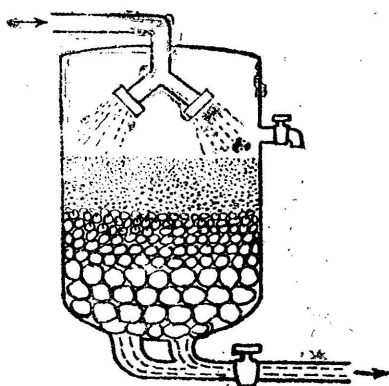
நீரில் கரைந்துள்ள பெரும்பாலான கனிமப் பொருள்கள் அயனிகளாகவே உள்ளன. சிலிகா போன்ற மிகச் சில பொருள்களே மூலக் கூறுகளாக உள்ளன. பெரும்பாலான தொழில்களுக்குத் தேவைப்படும் நீரில் கால்சியம், மக்னீசியம் அயனிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேலில்லாமலிருக்க வேண்டும். எனவே பொதுவாக கால்சியம், மக்னீசியம் அயனிகளை நீக்கும் முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம்முறைகளில் (1) சியோலைட் அல்லது பர்மியுடைட் (Zeolite or Permutite) முறை, (2) சுண்ணும்பு, சோடா (lime, soda) முறை, (3) கனிம நீக்கம் அல்லது அயனி பரிமாற்று (Demineralisation or ion exchange) முறை போன்றவை முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.

சியோலைட் அல்லது பர்மியுடைட் முறை

சியோலைட் அல்லது பர்மியுடைட் என அழைக்கப்படும் வினை பொருள் இம் முறையில் பயன்படுகிறது. சியோலைட் என்பது ஒரு அணைவுப் பொருள். இதை சோடியம் அலுமினியம் சிலிகேட் எனவும் அழைக்கலாம். இச் சேர்மத்தின் மூலக் கூறு வாய்பாட்டை $Na_2O\ Al_2\ O_3 \cdot 2\ Si\ O_2 \cdot 6H_2O$ எனக் குறிப்பது வழக்கம். சுருக்கமாக Na_2Z எனவும் குறிப்பிடுவதுண்டு. Z என்பது சியோலைட் தொகுதியைக் குறிக்கும்.

சோடியம் சியோலைட் இயற்கையில் கிடைக்கின்றது. தகுந்த அளவு சோடியம் சிலிகேட் கரைசலை அலுமினியம் சல்ஃபேட் கரைசலுடன் கலந்தால் ஒரு கட்டிக் கூழ் (gel) கிடைக்கின்றது. இதனை வெப்பப்படுத்தினால், நுண் துளை மெலிந்த சோடியம் சியோலைட்டைப் பெறலாம். இவ்வாறு தொகுப்பு முறையில் (Synthetic) தயாரிக்கப்படும். சோடியம் சியோலைட் மிக்க செயல் திறன் பெற்றுள்ளதாக இருக்கின்றது.

சுமார் 1 மீட்டர் குறுக்களவும் 3மீட்டர் உயரமுமுள்ள இரும்புத் தகட்டினால் செய்யப்பட்ட ஒரு நீள் வட்டக் குழாயை, வினை நிகழும் அறையாக அமைத்துக் கொள்கின்றனர்.

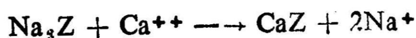


படம் 4.

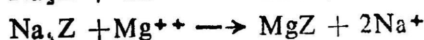
வினை அறையின் சுமார் பாதி பாகம் படத்தில் காட்டியபடி பலவகை பருமனளவுள்ள கருங்கற்களால் பல அடுக்குகள் கொண்டுள்ளது. கீழ் அடுக்கில் கற்களின் குறுக்களவு சுமார் 5 செ.மீ. உள்ளவைகளாயும், மேலே செல்லச் செல்ல பருமனளவு

குறைந்து கொண்டே சென்று மேல் அடுக்கிலுள்ள கற்களின் குறுக்களவு சுமார் 0·5 செ. மீ. உள்ளதாகவும் இருக்கும். இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட படுகையின் மேல் சுமார் 30 செ.மீ. உயரத்திற்கு சியோலைட் அடுக்கு அமைக்கப்படுகின்றது. வினை அறையின் அடி பாகத்தில் நீர் வெளியேறும் குழாயும், மேல் பாகத்தில் நீர் சிறு திவலைகளாக (Spray) விழும்படியான அமைப்புள்ள நீர் உட்புகும் குழாயும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் அயனிகள் உள்ள இயற்கை நீர் சோடியம் சியோலைட் அடுக்கின் மேல் தெளிக்கப்படுகின்றது. நீரிலுள்ள உலோக அயனிகள் சோடியம் சியோலைட்டுடன் வினையுற்று அயனிமாற்றம் நிகழ்கின்றது. வினை அறையில் நடைபெறும் அயனிமாற்ற வினைகளை கீழ் காணும் சமன்பாடுகளால் குறிக்கலாம்.



$$Na_2Z + Ca^{++} \longrightarrow CaZ + 2Na^{+}$$



$$Na_2Z + Mg^{++} \longrightarrow MgZ + 2Na^{+}$$

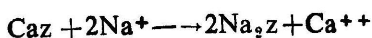
வினை மாற்றங்களால் வெளியேறும் நீரில், கால்சியம், மக்னீசியம் அயனிகளுக்குப் பதிலாக சோடியம் அயனிகள் காணப்படுகின்றன. சோடியம் சியோலைட் கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் சியோலைட்டாக மாறுகின்றது.

சியோலைட் அடுக்கு கீழுள்ள கற்களால் ஆன படுகை வினை அறையின் வழியாகச் செல்லும் நீரின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. இதனால் சியோலைட் படுகையில் அயனி மாற்றம் எளிதில் முடிவடைகின்றது.

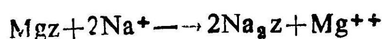
இவ்வாறு தொடர்ந்து நீரிலுள்ள கால்சியம், மக்னீசியம் அயனிகள், சோடியம் கியோலைட்டிலுள்ள சோடியம் அயனிகளால் மாற்றமடைவதால், சியோலைட் அடுக்கிலுள்ள வினைப்பொருள் சிறிது காலத்தில் கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் சியோலைட்டாக மாறுகின்றது. அப்பொழுது சியோலைட்டின் செயல் திறன் குறைகின்றது. இந் நிலையிலுள்ள சியோலைட்டை, இறந்து போன சியோலைட் (Dead zeolite) என அழைக்கின்றோம்.

வினை அறையினுள் நீர் செலுத்தப் படுவதை நிறுத்தி, அறையினின்று நீர் வெளியேறும் குழாயின் வழியாக, 10 சதவீத சோடியம் குளோரைடு கரைசலை அறைக்குள் செலுத்துகின்றனர். சோடியம் குளோரைடு கரைசல், கற்கள் படுகையைத் தாண்டி கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் சியோலைட் அமைந்துள்ள

அடுக்கை அடைகின்றது. கரைசலிலுள்ள சோடியம் அயனிகளுக்கும், சியோலைட்டிலுள்ள உலோக அயனிகளுக்கும் அயனி மாற்றம் நிகழ்கின்றது. இவ் வினைகளை கீழ்காணும் சமன்பாடுகளால் குறிக்கலாம்.



$$Caz + 2Na^{+} \longrightarrow 2Na_2z + Ca^{++}$$



$$Mgz + 2Na^{+} \longrightarrow 2Na_2z + Mg^{++}$$

படுகைக்கு மேலே வரும் நீரில் கால்சியம் மக்னீசியம் அயனிகள் இருக்கின்றன. இந்த நீர் பக்கக் குழாயின் மூலமாக கழிவு நீராக வெளியேற்றப்படுகிறது. இறந்துபோன சியோலைட் மீண்டும் சோடியம் சியோலைட்டாக மாற்றப்படுகின்றது. இந்த சியோலைட்டை, மீண்டும் இளமை பெற்ற சியோலைட் (Rejuvenated zeolite) என்று அழைக்கின்றோம். இந்த நிகழ்ச்சி எளிதில் மிகக் குறுகிய காலத்தில் நடைபெறுகின்றது.

திரும்பப் பெற்ற சோடியம் சியோலைட் அடுக்கின் வழியாக, முன் போலவே கால்சியம், மக்னீசியம் அயனிகள் உள்ள நீரைச் செலுத்தி, அவற்றை நீரிலிருந்து தொடர்ந்து நீக்க முடிகின்றது. தொழில் துறையில் சியோலைட் முறை ஒரு வெற்றி முறையாக விளங்குவதற்கு, சோடியம் சியோலைட்டை எளிதான வழியில் திரும்பப் பெறுதலே காரணமாகும்.

சியோலைட் முறையைப் பயன்படுத்தி 500 p. p. m. வன்மை உள்ள நீரை 3 p. p. m. உள்ள நீராக மாற்ற முடிகின்றது. எனவே இம் முறையின் செயல் திறன் 99·4 சதவீதமாக உள்ளது. வன்மை மிக அதிகமாக உள்ள ($>$ 3000 p. p. m) நீரைப் பதன்படுத்தும் பொழுது, சுமார் 95 சதவீத செயல் திறனைப் பெற முடிகின்றது.

ஒரு குறிப்பிட்ட வன்மையுள்ள நீரை பதன்படுத்தும் பொழுது, உபயோகப்படுத்தப்படும் சோடியம் சியோலைட் திறம்பட செயல்படும் காலம், பதன்படுத்தப்படும் நீரின் பருமனளவு இவற்றை சரியாக அறிய முடியும். திறன் இழந்த சியோலைட், மீண்டும் இளமை பெற்ற திறன் மிக்க சோடியம் சியோலைட்டாக மாறுவதற்கு வினை அறையில் செலுத்தப்பட வேண்டிய சோடியம் குளோரைடு கரைசலின் அளவையும், காலத்தையும், வேதியியல் நிபுணர்களைக் கொண்டு அறியலாம். இவ்வாறு ஒரு தொழிற்சாலையின் நீரைப் பயன்படுத்தும் சியோலைட் முறையை நியமமாக (Standard) ஆக்கிய பின், மிக்க

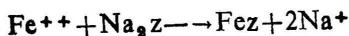
தேர்ச்சி அற்றவர்களின் உதவியாலும் இம் முறையை பின்பற்ற முடியும். இதனுல் தொடர்ந்து வல்லுனர்களின் சேவை வேண்டு வதில்லே.

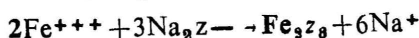
விலே குறைவான சாதாரண உப்புக் கரைசலேக் கொண்டு, சோடியம் சியோலேட்டை மீண்டும் மீண்டும் இளமை பெறச் செய்வதால், தொடர்ந்து சில மாதங்களுக்கு விண அறையிலுள்ள பொருள்கள மாற்ற வேண்டிய அவசியமில்லே. தொடர்ந்து சியோலேட்டை பயன்படுத்து வகையில், சில மாதங்களுக்குப் பின் சோடியம் சியோலேட் பௌதிக மாறுதல்களினுல் சிதைவு அடைந்து, தூள்களாக மாறுகின்றன இத்தூள்கள் கற்கள் படுகையின் கிடுக்குகளில் வந்து சேருகின்றன. இவ்வாறு நேரும் பொழுது விண அறையிலுள்ள பொருள்கள அப்புறப்படுத்தி, புதிதாக கற்கள் படுகைகளேயும். சியோலேட் அடுக்கையும் அமைக்கின்றனர். சோடியம் சியோலேட் விணப் பொருள் இயற்கையில் கிடைப்பதாலும், எளிய முறைகளில் இதனைத் தொகுப்பு முறையில் பெருவதாலும், இந்த விணப் பொருளின் விலே மலிவாக உள்ளது.

அதிக அளவில் தொங்கல் பொருள்கள உடைய கலங்கிய நீரைப் பண்படுத்தலில் சியோலேட் முறையைப் பின் பற்ற முடியாது.

தொங்கல் பொருள்கள் சியோலேட் அடுக்கின் மேல்படிவதால் அயனி மாற்றம் தடை பெறுகின்றது. எனவே தொங்கல் பொருள் களைப் படிய வைத்து, வடிகட்டிக் கிடைக்கும் வடிநீரையே சியோலேட் முறையில் பன்படுத்த முடியும்.

நீரில் இரும்பு அயனிகளிருப்பின் அவை சோடியம் சியோலேட்டுடன் விணயுற்று, அயனி மாற்றம் அடைகின்றது. இவ் விணகளைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.


$$Fe^{++} + Na_2z \longrightarrow Fez + 2Na^{+}$$


$$2Fe^{+++} + 3Na_2z \longrightarrow Fe_2z_3 + 6Na^{+}$$

இவ் விணகளில் உண்டாகும் விணப் பொருள்களின் மேல் சோடியம் குளோரைடு கரைசலேச் செலுத்தினுல், சோடியம் சியோலேட் திரும்ப எளிதில் கிடைப்பதில்லே. எனவே சியோலேட்டுகள் பயனற்றுப் போகின்றன. இரும்பு அயனிகள் உள்ள நீரில் உள்ள கால்சியம், மக்னீசியம் அயனிகள சியோலேட்

முறையில் நீக்க வேண்டுமானல், முதலில் அந்நீரிலுள்ள இரும்பு அயனிகள் நீக்கப்பட வேண்டும்.

சியோலைட் முறையில் உலோக அயனிகள் மட்டுமே மாற்றம் அடைகின்றன. இம்முறையை கனிமப் பொருள்களை நீக்கும் முறையாகக் கருதக் கூடாது. உண்மையில் இம்முறையைப் பயன்படுத்துவதால், கனிமப் பொருள்களின் நிறையளவு அதிகமாகின்றது. ஒவ்வொரு கால்சியம் அயனியும் அல்லது மக்னீசியம் அயனியும் இரண்டு சோடியம் அயனிகளால் இடமாற்றம் அடைகின்றது.

Ca^{++} அயனியின் எடை எண் $= 40$

Mg^{++} அயனியின் எடை எண் $= 24{\cdot}3$

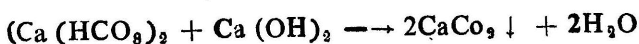
இரண்டு Na^{+} அயனியின் எடை எண் $= 23 \times 2 = 46$

எனவே 40 கிராம் கால்சியம் அல்லது 24·3கிராம் மக்னீசியத்திற்குப் பதிலாக, 46 கிராம் சோடியம் பண்படுத்தப்பட்ட நீரில் இருக்கின்றது. இம்முறையில் அமில உறுப்புகளின் அளவுகளில் எவ்வித மாறுதலும் ஏற்படுவதில்லை. பண்படுத்தப் பட்டபின் நீரில் கனிமப் பொருள்களின் அளவு குறைவாக இருக்க வேண்டுமென்ருலும் இம் முறையைப் பயன்படுத்த முடியாது.

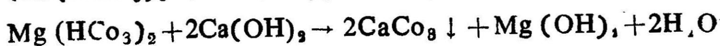
மேற் கூறிய சில குறைகளிருப்பினும், பொதுவாக நீரில் இரும்பு அயனிகள் இல்லாமலிருப்பதாலும், பெரும் பாலான தொழிற் சாலைகளுக்கு கால்சியம், மக்னீசியம், அயனிகளை மட்டும் நீக்கிய நீரே போதும் என்பதாலும் இம்முறையை எளிதில் குறைந்த செலவில் செயல் படுத்த முடியும் என்பதாலும் சியோலைட் முறை பல தொழிற் சாலைகளில் நீரைப் பண்படுத்தப் பயன் படுகின்றது.

சுண்ணும்பு சோடா முறை

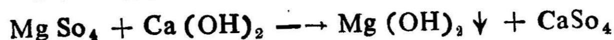
இம்முறையில் சுண்ணும்புக் குழம்பையும், (milk of lime) சோடியம் கார்பனேட் (சோடா) கரைசலையும் நீரிலுள்ள வன்மையை நீக்குவதற்கு பயன்படுத்துகிறோம். சுண்ணும்புக் குழம்பு கார்பனேட் வன்மையை முழுமையுமாக நீக்கக் கூடியது. மக்னீசியத்தால் ஏற்படக் கூடிய கார்பனேட் அற்ற வன்மையையும், சுண்ணும்புக் குழம்பு நீக்க வல்லதென்பதை கீழ்க்கண்ட சமன் பாடுகள் தெளிவு படுத்துகின்றன.



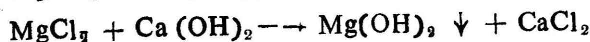
$$(Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaCo_3 \downarrow + 2H_2O$$



$$Mg(HCo_3)_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCo_3 \downarrow + Mg(OH)_2 + 2H_2O$$



$$Mg\,So_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + CaSo_4$$



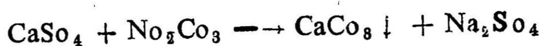
$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + CaCl_2$$

சுண்ணும்புக் குழம்பைக் கொண்டு கார்பனேட் அற்ற வன்மையை நீக்கும் பொழுது, நீரிலுள்ள கனிம உப்பு நிறைகளின் அளவு குறைவது குறிப்பிடத் தக்கதாகும். கால்சியம் பைகார்பனேட் முழுமையுமாக கால்சியம் கார்பனேட் வீழ் படிவாகப் படிகின்றது. ஆனால் மக்னீசியம் கார்பனேட்டுக்குப் பதிலாக மக்னீசியம் ஹைட்ராக்சைடு வீழ் படிவாகப் படிவதும் குறிப்பிடத் தக்கதாகும். மக்னீசியம் ஹைட்ராக்சைடின் கரைதிறன் பெருக்கத்தின் மதிப்பு மக்னீசியம் கார்பனேட்டின் கரைதிறன் பெருக்கத்தின் மதிப்பைவிட குறைவாக இருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும்.

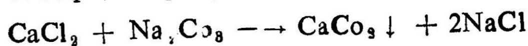
மக்னீசியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மையை சுண்ணும்புக் குழம்பு நீக்கும் பொழுது, கால்சியம் சல்ஃபேட் அல்லது கால்சியம் குளோரைடு உண்டாகின்றது.

இந்த காரணத்தால் நீரில் கால்சியத்தினுல் ஏற்படக் கூடிய கார்பனேட் அற்ற வன்மை அதிகமாகின்றது. சுண்ணும்புக் குழம்பு மிகவும் விலை மலிவான சுட்ட சுண்ணும்பிலிருந்து (Quick lime) எளிதில் பெறப் படுவதால் இம்முறைக்கு ஆகும் செலவு மிகவும் குறைகின்றது.

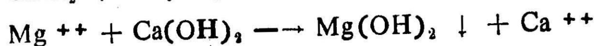
இம்முறையில் சுண்ணும்புக் குழம்புடன் சோடியம் கார்பனேட் கரைசலும் சேர்க்கப்படுகின்றது. சோடியம் கார்பனேட் நீரிலுள்ள கால்சியத்தினுல் ஏற்படக் கூடிய கார்பனேட் அற்ற வன்மையை நீக்குகின்றது. மக்னீசியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மையை சுண்ணும்புக் குழம்பு நீக்கும் நிகழ்ச்சியில் உண்டாகும் கால்சியம் அயனிகளால் ஏற்படும் வன்மையையும் சோடியம் கார்பனேட்டால் நீக்கப்படுகின்றது.



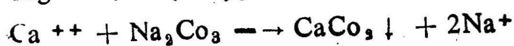
$$CaSo_4 + No_2Co_3 \longrightarrow CaCo_3 \downarrow + Na_2So_4$$



$$CaCl_2 + Na_2Co_3 \longrightarrow CaCo_3 \downarrow + 2NaCl$$



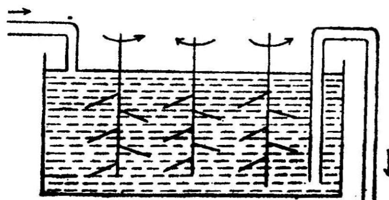
$$Mg^{++} + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + Ca^{++}$$



$$Ca^{++} + Na_2Co_3 \longrightarrow CaCo_3 \downarrow + 2Na^{+}$$

சுண்ணும்பு சோடா முறை சாதாரண வெப்ப நிலையிலும், சுமார் 90°C வெப்ப நிலையிலும் நிகழ்த்தப்படுகின்றன. இரு முறைகளிலும் பெரும் பாலான வேதி வினைகள் ஒன்ருக இருப்பினும், இவ்விரு முறைகளிலும் வினை முடிவுறச் தேவைப்படும் வினை பொருள்களின் அளவும் வினை நிகழும் சாதனங்களின் அமைப்பும் வேறுபடு கின்றன.

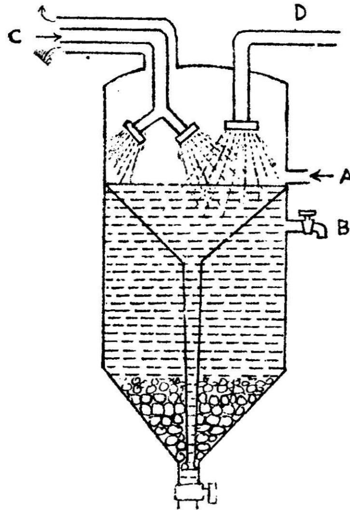
சாதாரண வெப்ப நிலையில் நிகழ்த்தப்படும் சுண்ணும்பு சோடா முறை (குளிர் சுண்ணும்பு சோடா முறை) ஒரு விட்டு விட்டு நடைபெறும் நிகழ்ச்சியாக அமைகின்றது .இம் முறையில் பெரிய சிமெண்ட் தொட்டிகளில் பண்படுத்தப்பட வேண்டிய நீர் சேகரிக்கப்படுகின்றது இத் தொட்டிகளில் மெதுவாக இயங்கும் இரண்டு அல்லது மூன்று கலக்கிகள் அமைக்கப் பட்டுள்ளன.



படம் 5.

தொட்டியிலுள்ள நீரிலிருக்கும் கால்சியம், மக்னீசியம் பைகார்பனேட் உறுப்புக்களை வீழ்படிவாக மாற்றுவதற்குத் தேவைப்படும் சுண்ணும்பின் அளவையும், சோடியம் கார்பனேட்டின் அளவையும் கணக்கிட வேண்டும். வேதி வினைகள் முற்றுப் பெற வேண்டிய வினைப் பொருள்களை மட்டும் நீர்த்த கரைசல்களாகச் செய்து முதலில் சுண்ணும்பு நீரையும் பின் சோடா கரைசலையும் தொட்டியில் சேர்க்கின்றனர். சாதாரண வெப்ப நிலையில் வீழ் படிவுகள் எளிதில் ஏற்படுவதில்லை. எனவே சிறிதளவு ஆலம் (Alum) போன்ற திரிதல் ஏற்படுத்தக் கூடிய சேர்மங்களின் கரைசலையும் தொட்டியிலுள்ள நீருடன் சேர்க்கின்றனர். கலக்கிகளின் உதவியால் தொட்டியிலுள்ள நீர் நன்கு கலக்கப்படுகின்றது. சுமார் 30நிமிடங்களுக்குப் பிறகு தொட்டியிலுள்ள கலவையை மற்றொரு வண்டல் படியும் தொட்டிக்கு வடிகுழாய் (siphon) மூலமாக மாற்றுகின்றனர். இத் தொட்டியில் வண்டல் படிந்த பின் நீரை வெளியேற்றி, வடித்து, வன்மையற்ற நீரைப் பெறுகின்றனர்.

சுமார் 90°C வெப்ப நிலையில், சுண்ணும்பு—சோடா முறை (வெப்ப சுண்ணும்பு—சோடா முறை) நிகழ்த்தப்படும் பொழுது, அது ஒரு தொடர் நிகழ்ச்சியாக அமைகின்றது. இம் முறையில் ஒரு மீட்டர் குறுக்களவும், 4 மீட்டர் உயரமுமுள்ள, படத்தில் காட்டிய அமைப்புள்ள இரும்பு அல்லது செம்புப் பாத்திரத்தில் வினைகளை நிகழும்படிச் செய்கின்றனர்



படம் 6.

இப் பாத்திரத்தினுள் சுமார் $\frac{2}{3}$ பாகத்தில் புனல் போன்ற அமைப்பு இணைக்கப் பட்டுள்ளது. இதனால் இது இரண்டு பாகங்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. மேல் பாகத்தில் அமைந்துள்ள A என்ற குழாயின் மூலமாக நீராவி செலுத்தப்படுகின்றது. C. D, என்ற குழாய்களின் வழியாக, வினை அறையில் முறையே நீரும், கரைசல் நிலையிலுள்ள வினைப் பொருள்களும் தெளிக்கப்படுகின்றன. இவற்றை நீராவி கடந்து சென்று, நீர் உட்புகும் குழாயைச் சுற்றியுள்ள பொது மையக் குழாயின் (Concentric tube) வழியாக வெளியேறுகின்றது. இதனால் உட்புகும் நீரின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு வெப்பப்படுத்த நீர், வினை அறையில் தெளிக்கப்படும் பொழுது நீர் துளிகளைச் சுற்றியுள்ள நீராவியால், சுமார் 95°C வெப்ப நிலையை அடைகின்றது. வினைப் பொருள்களின் கரைசலும் நீராவியால் வெப்பப்படுத்தப் படுகின்றது.

நீர் சுமார் 80°C வெப்ப நிலைக்கு மேல் உயர்த்தப்படும் பொழுது, அதிலுள்ள கால்சியம், மக்னீசியம் பைகார்பனேட்டுகள் சிதைவுற்று கார்பனேட் வீழ்படிவுகள் ஏற்படுகின்றன.



$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 \uparrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$



$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$

வெப்ப சுண்ணாம்பு — சோடா முறையில், நீரிலுள்ள கார்பனேட் வன்மை முழுமையும் வெப்பத்தினாலேயே அழிக்கப்படுவதால், சுண்ணாம்புக் குழம்பு, மக்னீசியத்தால் ஏற்படும் கார்பனேட் அற்ற வன்மையை குறிக்கவே தேவைப்படுகின்றது எனவே இம் முறையில் பயன்படுத்தப்படும் சுண்ணாம்புக் குழம்பின் அளவு குறைவாகவேயுள்ளது.

வேதி வினைகளின் வேகம் வெப்பத்தினால் மிக அதிகரிப்பதால் வேதி வினைகள் எளிதில் முடிவு பெறுகின்றன. அதிக வெப்ப நிலையில் உண்டாகும் வீழ்படிவுகளிலுள்ள தூள்களின் பருமனளவு பெரிதாக இருப்பதால் வீழ்படிவுகள் எளிதில் படிகின்றன. நீரின் பாகுத் தன்மை, வெப்பம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க வெகுவாகக் குறைகின்றது. இக் காரணத்தாலும் வீழ்படிவுகள் எளிதில் படிகின்றன.

இந்த சூழ்நிலையில் வேதி வினைகளில் உண்டாகும் வீழ்படிவுகள் சேறு (sludge) போன்ற அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. வன்மை நீக்கப்பட்ட நீர், இச் சேற்றுப் படுகையைக் கடந்து, மேல் நோக்கிச் சென்று, B என்ற வடி குழாயின் வழியாக வெளியேறுகின்றது. வீழ்படிவால் ஆன சேற்றுப்படுகை ஓரளவு வடிகட்டும் படுகையாகப் பயன்படுகின்றது. வெளியேறும் நீர் மிகச் சிறிய அளவே கலங்கியுள்ளது. எனவே தனியாக வண்டலைப் படிய வைத்தல், கலவையை வடிகட்டுதல் போன்ற செயல் முறைகள், இம் முறையில் தேவைப்படுவதில்லை. இம் முறையில் நீரையும் வினை பொருள்களையும் வெப்பப்படுத்த நீராவி தேவைப்படுகின்றது. பல தொழிற்சாலைகளில் நீராவி பலவித உபயோகங்களுக்காக உண்டாக்கப்படுகின்றது. குறிப்பிட்ட உபயோகங்களுக்குப் பயன்படுத்திய பின் கிடைக்கும் நீராவியை இம் முறையில் தொழிற் துறையில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

வெப்ப சுண்ணாம்—சோடா முறையில் வீழ்படிவாகப் படியும் மக்னீசியம் ஹைட்ராக்சைடு, அச் சூழ்நிலையில் பௌதிக வேதி முறைகளில் நீரிலுள்ள சிலிகாவுடன் வினையுற்று அதிலுள்ள சிலிகாவை நீக்குகின்றது.

குளிர், வெப்ப சுண்ணும்பு—சோடா முறைகளை ஒப்பிடுதல்
(Comparison between cold and hot lime soda process)

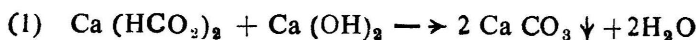
	குளிர் சுண்ணும்பு சோடா முறை	வெப்ப சுண்ணும்பு சோடா முறை
1.	விட்டு விட்டு நிகழ்த்தப் படும் முறை	தொடர்ந்து நடைபெறும் முறை.
2.	வினை முடிய சில மணி நேரங்கள் ஆகும்.	வினை சில நிமிடங்களில் முடி வடைகின்றது.
3.	வினை நிகழும் இடம் அதிக அளவிலுள்ளது	வினை அறை மிகச் சிறிய அளவேயுள்ளது.
4.	நீர்க் கலவையை கலக்க கலக்கிகள் தேவைப்படு கின்றன.	கலக்கிகளை உபயோகிப்ப தில்லை.
5.	வீழ் படிவுகளை எளிதில் படியச் செய்ய திரிதல் செய்யுப் பொருள்கள் கலக் கப்பட வேண்டும்.	திரிதல் செய்யும் பொருள்கள் கலக்கப்படுவதில்லை.
6.	கார்பனேட் வன்மையை நீக்குவதற்கு அதிக அள வில் சுண்ணும்புக் கசைரல் தேவைப்படுகிறது.	90°C வெப்ப நிலையில் கார்ப னேட் வன்மை அழிவுறுவதால் சுண்ணும்புக் கரைசல் கார்ப னேட் வன்மையை நீக்க தேவைப்படுவதில்லை.
7.	நீரிலுள்ள சிலிகா அகற்றப் படுவதில்லை.	வன்மையை நீக்கும் வினைகளில் ஏற்படும் மக்னீசியம் ஹைட்ராக் சைடு உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் நீரிலுள்ள சிலிகாவையும் நீக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது.
8.	வன்மை நீக்கப் பட்ட பின் வடி கட்டுதல் செய்ய வேண்டும்.	தனியாக வடி கட்டுதல் தேவைப் படுவதில்லை.
9.	வினையுற்றபின் வன்மை 15 p. p. m. அளவுக்கு குறை வாக உள்ளது.	வினையுற்ற பின் வன்மை 15 முதல் 30 p. p. m. வரை உள் ளது.
10.	நீராவி வேண்டுவதில்லை	நீராவி தேவைப்படுகின்றது.

சுண்ணாம்பு சோடா முறைக்குத் தேவைப்படும் சுண்ணாம்பு, சோடா இவற்றைச் சரியான அளவில் கலக்கவேண்டும் சுண்ணாம்பு அதிக அளவில் கலக்கப்பட்டால், நீரில் கால்சியம் அயனிகளின் அளவு அதிகமாக இருக்கும். இதனால் கார்பனேட் அற்ற வன்மை உண்டாகின்றது. சோடா அதிக அளவில் கலக்கப்பட்டால், சோடா நீரால் பகுக்கப்பட்டு, நீர் காரத் தன்மையை அடைகின்றது. இரு வகையான வன்மைகளையும் நீக்கும் இம்முறையில் வினை முடிவடைய செய்வதற்கு வேண்டிய வினைப்பொருள்களையே சேர்க்க வேண்டும்.

குளிர் சுண்ணாம்பு சோடா முறைக்கு வேண்டிய வினை பொருள்களின் அளவுகளை கீழ் கண்டவாறு கணக்கிடலாம்

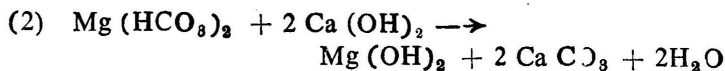
இம் முறையில் பயன் படுத்தப்படும் சுண்ணாம்பு (அல்லது சுண்ணாம்புக் குழம்பு அல்லது சுண்ணாம்புக் கரைசல்) கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடை [$Ca(OH)_2$]க் குறிக்கும்.

சுண்ணாம்புக் கரைசல் கீழ் கண்ட வினைகள் நிகழ்வதற்கு தேவைப்படுகின்றது.



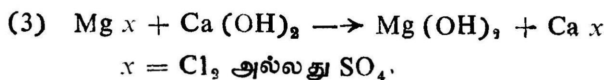
$$(1)\quad Ca(HCO_2)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2\,CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$$

இவ் வினையில், காவ்சியம் பைகார்பனேட்டால் ஏற்படும் வன்மையை நீக்க கால்சியம் பைகார்பனேட்டுக்குச் சமமான கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு தேவைப்படுகின்றது.



$$(2)\quad Mg(HCO_3)_2 + 2\,Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 + 2\,CaCO_3 + 2H_2O$$

மக்னீசியம் பைகார்பனேட்டினால் ஏற்படும் வன்மையை நீக்குவதற்கு இரண்டு சமான எடை கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு தேவைப்படுகின்றது.



$$(3)\quad Mg\,x + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 + Ca\,x$$

$x = Cl_2$ அல்லது SO_4.

பைகார்பனேட் நீங்கலாக மற்ற மக்னீசியம் உப்புகளால் ஏற்படும் வன்மையை நீக்க, ஒரு சமான எடை கால்சியம்

ஹைட்ராக்சைடு தேவைப்படுகின்றது. இவ்வினையில் உண்டாகும் வினைப்பொருள் கால்சியம் உப்பாகையால், கால்சியம் உப்பால் ஏற்படக்கூடிய வன்மையை நீர் பெறுகின்றது என்பது குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

100 பங்கு கால்சியம் கார்பனேட் ($Ca\ Co_3$) $\equiv$ 74 பங்கு கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு [$Ca\ (OH)_2$]

வன்மையை நீக்குவதற்கு தேவைப்படும் கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடின் அளவு.

= [கால்சியத்தால் ஏற்படும் கார்பனேட் வன்மை]

+ [2 × மக்னீசியத்தால் ஏற்படும் கார்பனேட் வன்மை]

+ [மக்னீசியக்தால் ஏற்படும் கார்பனேட் அற்ற வன்மை]

× $\frac{74}{100}$ கிராம்.

சோடியம் கார்பனேட் (சோடா) நீரில் ஆரம்ப நிலையிலுள்ள கால்சியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மையை நீக்கத் தேவைப் படுகின்றது.



$$Ca\,x + Na_2\,CO_3 \longrightarrow Ca\,CO_3 \downarrow + Na_2 x$$

$x = Cl_2$ அல்லது So_4.

மக்னீசியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மையை, சுண்ணும்பினுல் முறிக்கும் பொழுது கால்சியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை உண்டாகின்றது. இதனை நீக்கவும் சோடா தேவைப் படுகின்றது.



$$Mg\,x + Ca\,(OH)_2 \longrightarrow Mg\,(OH)_2 \uparrow + Ca\,x$$



$$Ca\,x + Na_2\,CO_3 \longrightarrow Ca\,CO_3 \downarrow + Na_2 x$$

$x = Cl_2$ அல்லது So_4.

100 பங்கு கால்சியம் கார்பனேட் ($Ca\ Co_3$) $\equiv$ 106 பங்கு சோடியம் கார்பனேட் ($Na_2\ CO_3$)

எனவே சுண்ணும்பு சோடா முறையில் தேவைப்படும்

சுண்ணும்பின் அளவு =

[கால்சியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை + மக்னீசியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை] $\times \frac{106}{100}$.

மாதிரிக் கணக்கு

ஒரு லிட்டர் நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்களின் அளவு பின் வருமாறு.

$Ca(HCO_3)_2$	= 8·1 மி. கிராம்.
$Mg\,Cl_2$	= 4·75 மி. கிராம்.
$Mg(HCO_3)_2$	= 3·65 மி· கிராம்.
$Na\,Cl$	= 4·8 மி. கிராம்.
$Ca\,SO_4$	= 6·8 மி. கிராம்.

குளிர் சுண்ணும்பு—சோடா முறையில் 1000 லிட்டர் நீரிலுள்ள வன்மையை நீக்கத் தேவைப்படும் வினை பொருள்களின் அளவைக் கணக்கிடுக.

நீரிலுள்ள சோடியம் குளோரைடு வன்மையைத் தருவதில்லை. எனவே, சோடியம் குளோரைடைத் தவிர மற்ற மாசுப் பொருள்களின் அளவுகளை *p. p. m.* அளவீட்டில் கணக்கிடலாம்.

$$Ca(HCO_3)_2 \text{ ன் அளவு} = \frac{8 \cdot 1 \times 50}{81}$$

$$= 5 \text{ p.p.m.}$$

$$Mg(HCO_3)_2 \text{ன் அளவு} = \frac{3 \cdot 65 \times 50}{73}$$

$$= 2.5 \text{ p.p.m.}$$

$$MgCl_2 \text{ ன் அளவு} = \frac{4 \cdot 75 \times 50}{47 \cdot 5}$$

$$= 5 \text{ p.p.m.}$$

$$CaSO_4 \text{ ன் அளவு} = \frac{6 \cdot 8 \times 50}{68}$$

$$= 5 \text{ p.p.m.}$$

$$\left.\begin{array}{c}\text{தேவைப்படும் சுண்ணும்பின்}\\ \text{அளவு}\end{array}\right\} = \frac{74}{100} \times$$ [கால் சியத்தால் ஏற்படக் கூடிய கார்பனேட் வன்மை + (2 × மாக்னீசியத்தால் ஏற்படும் கார்பனேட் வன்மை) + மாக்னீசியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை]

$$= \frac{74}{100} \times [5+(2\times 2{\cdot}5)+5]$$

$$= \frac{74}{100} \times 15 \text{ கிராம்}$$

$$= 11{\cdot}1 \text{ கிராம்}$$

$$\left.\begin{array}{c}\text{சோடியம் கார்பனேட்டின்}\\ \text{தேவை}\end{array}\right\} = \frac{106}{100} \times$$ [கால்சியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை + மக்னீசியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை]

$$= \frac{106}{100} \ (5+5)$$

$$= \frac{106}{100} \times 10 \text{ கிராம்}$$

$$= 10{\cdot}6 \text{ கிராம்}$$

வெப்ப சுண்ணும்பு சோடா முறையில் தேவைப்படும் வினைப் பொருள்களின் அளவைக் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

நீரிலிருக்கக் கூடிய கார்பனேட் வன்மை முழுமையும் 90°C வெப்ப நிலையில் அழிக்கப் படுகிறது.

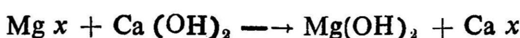


$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$



$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$

மக்னீசியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மைக்கு மட்டும் சுண்ணும்பு தேவைப் படுகின்றது.



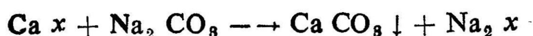
$$Mg\,x + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 + Ca\,x$$



$x = Cl_2$ அல்லது SO_4

$$\left.\begin{array}{l}\text{இம்முறையில் தேவைப்படும்}\\ \text{சுண்ணும்பின் அளவு}\end{array}\right\} = \frac{74}{100} \times$$ (மக்னீசியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை)

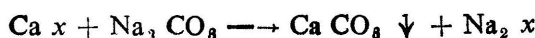
நீரிலிருந்த கால்சியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மையையும் சுண்ணும்பு கலக்கப்படுவதால் உண்டாகும் கால்சியத்தின் வன்மையையும் நீக்க சோடா தேவைப்படுகின்றது.



$$Ca\,x + Na_2\,CO_3 \longrightarrow Ca\,CO_3 \downarrow + Na_2\,x$$



$$Mg\,x + Ca\,(OH)_2 \longrightarrow Mg\,(OH)_2 \downarrow + Ca\,x$$



$$Ca\,x + Na_2\,CO_3 \longrightarrow Ca\,CO_3 \downarrow + Na_2\,x$$



$x = Cl_2$ அல்லது SO_4.

$$\therefore \left.\begin{array}{c}\text{தேவைப்படும் சோடாவின்}\\ \text{அளவு}\end{array}\right\} = \frac{106}{100} \times$$ [கால்சியத்தின் கார்பனேட் உற்ற வன்மை + மக்னீசியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை]

மாதிரிக் கணக்கு

ஒரு லிட்டர் நீரில் உள்ள மாசுப் பொருள்களின் அளவுகள் பின்வருமாறு-

$Ca\,(HCO_3)_2$	= 20 மி. கிராம்
$Mg(HCO_3)_2$	= 22 மி. கிராம்
$NaCl$	= 4·8 மி. கிராம்
$MgSO_4$	= 12·0 மி. கிராம்
$CaSO_4$	= 13·6 மி. கிராம்

இவ்வகை நீரில், 1000 மி. லிட்டரை வெப்ப சுண்ணும்பு சோடா முறையில் பதனபடுத்தத் தேவைப்படும் சுண்ணும்பையும் சோடாவையும் கணக்கிடுக. சுண்ணும்பும் சோடாவும் 80 சதவீதமும், 90 சதவீதமும் தூயதாயிருப்பின் உபயோகப் படுத்த வேண்டிய வினைப்பொருள்களின் அளவைக் கணக்கிடுக.

உலோகங்களின் பை கார்பனேட்டுகள் 90°C வெப்ப நிலையில் அழிக்கப்படுகின்றன. சோடியம் குளோரைடு வன்மையைத் தருவதில்லை. எனவே மக்னீசியம், கால்சியம் இவற்றின்

சல்ஃபேட்டுகளை முறிக்கத் தேவைபடும் வினைப் பொருள்களை மட்டுமே கணக்கிடவேண்டும்.

மக்னீசியம் சல்ஃபேட்டின் அளவு $= \frac{12 \times 50}{60}$ p.p.m.

$= 10$ p.p.m.

கால்சியம் சல்ஃபேட்டின் அளவு $= \frac{13.6 \times 50}{68}$

$= 10$ p.p.m.

நீரைப் பண்படுத்த தேவைப் படும் தூய சுண்ணும்பு $= \frac{74}{100} \times$ மக்னீசியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை]

$= \frac{74}{100} \times 10$

$= 7.4$ கிராம்

நீரைப் பண்படுத்த தேவைப் படும் தூய சோடா $= \frac{106}{100} \times$ [கால்சியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை + மக்னீசியத்தின் கார்பனேட் அற்ற வன்மை]

$= \frac{106}{100} \times (10+10)$

$= \frac{106}{100} \times 20$

$= 21.2$ கிராம்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள சுண்ணும்பு 80% தூயதாயுள்ளது. எனவே நீரைப் பண்படுத்தப் தேவைப்படும் கொடுக்கப்பட்டுள்ள சுண்ணும்பின் எடை $= \frac{7.4 \times 100}{80}$ கிராம்

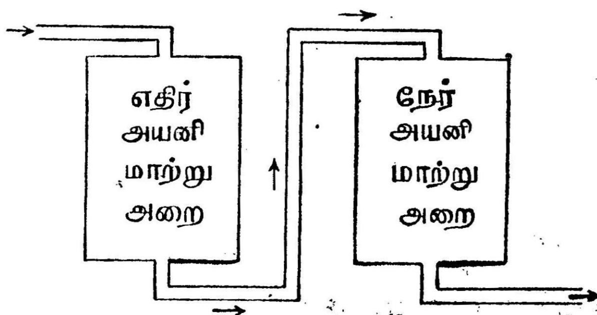
$= 9.22$ கிராம்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள சோடா 90% தூயதாயுள்ளது. எனவே நீரைப் பண்படுத்தத் தேவைப்படும் மாசுள்ள சோடாவின் எடை $= \frac{21.2 \times 100}{90}$

$= 23.32$ கிராம்

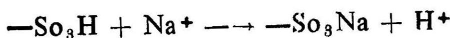
(3) கனிம நீக்கம் அல்லது அயனிபரிமாற்று முறை

இம் முறையில் நீரிலுள்ள அயனிகள் முழுமையும் எளிதில் நீக்கப் படுகின்றன. நீரிலுள்ள அயனிகள் ஹைட்ரஜன் அயனிகளாலும், அமில அயனிகள் ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளாலும் பரிமாற்றம் அடைகின்றன. இவ்வித பரிமாற்றங்கள் நிகழ்வதற்கு தொகுப்பு முறையில் செய்யப்பட்ட கரிமப் பிசின்கள் (Synthetic organic resins) பயன்படுகின்றன. கனிம நீக்க முறையில் இரண்டு வினை அறைகள் உள்ளன.

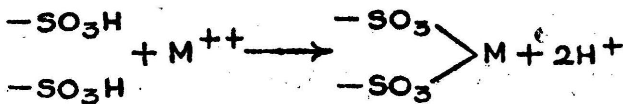


படம் 7.

முதல் அறையில் எதிர் அயனி மாற்றிகள் என அழைக்கப்படும் கரிமப் பிசின்கள் இருக்கின்றன. இப்பிசின்கள் மிகப் பெரிய கரிம மூலக் கூறுகளாலானவை. சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வரை, எதிர் அயனி மாற்றிகளை புகை மிகு நிலக் கரியுடன் புகையும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தை வினையுறச் செய்து பெற்று வந்தனர். இவ்வினையினால் புகை மிகு நிலக்கரியிலுள்ள பல கரிம மூலக் கூறுகளின் முனைகளில் சல்ஃபானிக் (So_3H) உறுப்புகள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வகைச் சேர்மங்களின் சமீபம் வரும் பொழுது சல்ஃபானிக் உறுப்பிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அயனியும் உலோக அயனியும் பரிமாற்றம் அடைகின்றன.

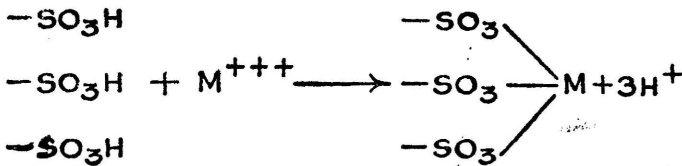


$$—So_3H + Na^+ \longrightarrow —So_3Na + H^+$$



$$\begin{matrix}-SO_3H \\ -SO_3H\end{matrix} + M^{++} \longrightarrow \begin{matrix}-SO_3 \\ -SO_3\end{matrix}\Big\rangle M + 2H^+$$

$M^{++} = Ca^{++}, Mg^{++}, Mn^{++}; Fe^{++}$ போன்ற அயனிகள்



$M^{+++} = Fe^{+++}, Al^{+++}$ போன்ற அயனிகள்.

தற்காலத்தில் தொகுப்பு முறையில் செய்யப்படும் கரிமப் பிசின்களை எதிர் அயனி மாற்றிகளாகப் பயன்படுத்து கின்றனர். ஸ்டைரீன் (Styrene), டைவினைல் பென்சீன் என்ற இரு நிறைவுறு அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களை, தகுந்த சூழ்நிலையில் இணை பல படியாக்கல் (Co-Polymerisation) வினையுறச் செய்து ஒரு கட்டிக் கூழ் போன்ற பொருளைப் பெறலாம். ஸ்பீனல், ∴பார் மால்டிஹைடு போன்ற சேர்மங்களை, சுருக்கு வினையில் (Condensation) பங்கு பெறச் செய்து கரிமப் பிசின்களைப் பெறலாம். இவ்வகையில் பெறப்படும் மிகப் பெரிய மூலக் கூறுகளையுடைய கரிம கட்டிக் கூழ் அல்லது பிசினுடன், புகையும் சல்∴ப்யூரிக் அமிலத்தை வினையுறச் செய்தால், சல்∴ப்யூரிக் உறுப்புகள் கரிம மூலக் கூறின் பல இடங்களில் ஏற்றம் பெறுகின்றன. இவ்வாறு கிடைக்கும் கரிமப் பொருள்களை சுமார் 0·5 செ.மீ. குறுக்களவுள்ள திண்ம கோளங்களாகச் செய்து, எதிர் அயனி மாற்று அறையை நிரப்புகின்றனர். தொகுப்பு முறையில் செய்யப்படும் எதிர் அயனி மாற்றிகளின் செயல் திறன் மிக அதிகமாக உள்ளது,

எதிர் அயனி மாற்று அறையினுள் செல்லும் நீரிலுள்ள எல்லா உலோக அயனிகளும், பரிமாற்றம் அடைகின்றன. வெளியேறும் நீரில் உலோக அயனிகளுக்குச் சமமான ஹைட்ரஜன் அயனிகள் இருக்கின்றன· நீர் அமிலத் தன்மையாக இருக்குமாதலால் வெளியேற்றும் குழாயின் உட்புறம் அமிலத்தினால் அழிவுறாத பொருள்களால் பூசப்பட்டிருக்கும். உலோக அயனிகளை இழந்த நீர், நேர் அயனிமாற்ற அறையினுள் செலுத்தப் படுகின்றது.

இந்த அறையில் நேர் அயனி மாற்றிகள் என அழைக்கப் படும் கரிமப் பிசின்கள் உள்ளன. இப்பிசின்களும், மிகப் பெரிய கரிம மூலக் கூறுகளைக் கொண்ட வேதி வினைப் பொருள்களாகும். பேக்லைட் அல்லது ஸ்டைரீனிலிருந்து பெறப்படும் பலபடிப்

பொருள்களில், பல அமீனோ உறுப்புகளை ஏற்றம் அடையச் செய்து தொகுப்பு முறையில் நேர் அயனிமாற்றிகளைப் பெறு கின்றனர். இப்பொருள்களையும் சுமார் 0·5செ.மீ. குறுக்களவுள்ள கோளங்களாகச் செய்து நேர் அயனி மாற்று அறையை நிரப்பு கின்றனர்.

அமில உறுப்புக்களை உடைய நீர், அயனி மாற்றுகளின் மேல் செலுத்தப்படும் பொழுது, அயனி பரிமாற்றம் அடைகின்றது.



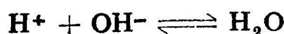
$$R.NH_2 + H_2O \longrightarrow (R{\cdot}NH_3^+)(OH^-)$$



$$(R.NH_3^+)(OH^-) + Cl^- \longrightarrow (R\,NH_3^+)(Cl^-) + OH^-$$

$R{\cdot}NH_2$-என்பது கரிம அமீனோ சேர்மத்தைக் குறிக்கும். இவ்வாறே So_4^{--} Po_4^{---} போன்ற அமில உறுப்புகளும், அமீனோ மூலக் கூறுகளுடன் கூடி வினை அறையில் தங்கி விடுகின்றன. வெளியேறும் நீரில் அமில அயனிகளுக்குச் சமமான ஹைட் ராக்சைடு அயனிகள் உள்ளன.

கார அமில உறுப்புகள் பரிமாற்றம் அடைவதால் கிடைக்கும் ஹைட்ரஜன் அயனியும், ஹைட்ராக்சைடு அயனியும் கூடி நீர் உண்டாகின்றது.



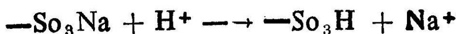
$$H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$$

அயனி மாற்றிகளை தொடர்ந்து உபயோகப்படுத்தும் பொழுது மாற்றிகளின் மூலக் கூறிலுள்ள H^+ அயனிகளும் OH^- அயனிகளும் முறையே நீரிலுள்ள கார அயனிகளாலும் , அமில அயனிகளாலும் மாற்றப்பட்டு, அதன் காரணத்தால் மாற்றிகள் செயல் திறனை இழக்கின்றன. இந்நிலையில் எதிர் அயனி மாற்று அறையில் நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தையும், நேர் அயனி மாற்று அறையில் சோடியம் கார்பனேட் கரைசலையும் செலுத்தி, அயனி மாற்றிகளை மீண்டும் ஆரம்ப நிலைக்கே கொண்டு வரலாம். இவ் வினைகளில் ஏற்படும் வேதி வினைகளை கீழ் காணும் சமன்பாடுகள் விளக்குகின்றன:

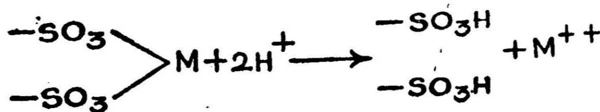
எதிர் அயனி மாற்று அறையில்



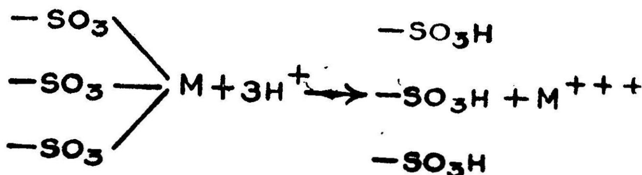
$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$



$$—So_3Na + H^+ \longrightarrow —So_3H + Na^+$$



$M^{++} = Ca^{++}, Mg^{++}, Fe^{++}, Mn^{++}$ போன்ற அயனிகள்.

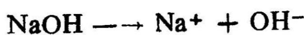


$M^{+++} = Fe^{+++}, Al^{+++}$ போன்ற அயனிகள்.

நேர் அயனி மாற்று அறையில்



$$Na_2Co_3 + H_2o \rightleftharpoons 2NaOH + H_2Co_3$$



$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$



$$(R.NH_3{}^+)(Cl^-) + OH^- \longrightarrow (R\text{-}NH_3{}^+)(OH^-) + Cl^-$$

இதுபோலவே OH^- அயனிகள், $So_4{}^{--}$, $Po_4{}^{---}$, $HCo_3{}^-$ அயனிகளைப் பரிமாற்றம் அடையச் செய்கின்றன.

அயனி மாற்றிகள் செயல் திறன் மிக்க தொகுப்பு முறையில் செய்யப்பட்ட கரிமப் பொருள்களாக இருப்பதால், அவற்றை இளமையாக்குதல் மிகவும் எளிய நிகழ்ச்சியாக அமைகின்றது.

நீரில் கரைந்துள்ள பெரும்பாலான கனிமப் பொருள்கள் அயனிகளாகவேயுள்ளன. இம் முறையில் அயனிகள் யாவும் நீக்கப்படுவதால், இதனைக் கரிம நீக்க முறையென்றும் அழைக்கின்றோம். சிலிகா போன்று அயனிகளாக இல்லாத கரிமப் பொருள்கள் இம் முறையால் நீக்கப்படுவதில்லை என்பது குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

நீரிலுள்ள அயனிகளே நீருக்கு மின் கடத்தும் திறனைக் கொடுக்கின்றன. எனவே, நீரின் மின் தடையை அளப்பதன் மூலம் நீரிலுள்ள அயனிகளின் அளவை எளிதில் கணக்கிடலாம். அயனி பரிமாற்று முறையில் பெறப்படும் நீர், கண்ணாடிப் பாத்திரங்களில் காய்ச்சி வடிக்கப்படும் நீரின் மின் தடையை விட

அதிகமாகப் பெற்றுள்ள தென்பதை கீழ்க்காணும் அட்டவணையிலி ருந்து அறியலாம்.

நீரைச் சுத்தம் செய்யும் முறை	மின் தடை ஓம்/க.செ.மீ.
1. கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் ஒரு தரம் காய்ச்சி வடித்த நீர்	500,000
2. கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் 3 தரம் காய்ச்சி வடித்த நீர்	1,000,000
3. அயனி பரிமாற்று முறை யில் பெற்ற நீர்	18,000,000

டிரான்சிஸ்டர், டெலிவிஷன் குழாய் போன்ற மின் சாதனங்கள் செய்யும் தொழிற் சாலைகளில் மிக்க மின் தடையுள்ள நீர் தேவைப்படுகின்றது. எனவே காய்ச்சி வடித்தல் நீரைவிட அயனி பரிமாற்று முறையில் பெற்ற நீரையே இத் தொழிற்சாலை களில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

வேதியல் சோதனைச் சாலைகளில் அயனிகளற்ற நீரே தேவைப்படுவதால், தற்காலத்தில் அநேகமாக எல்லாச் சோதனைச் சாலைகளிலும், வாலை வடிநீருக்குப் பதிலாக அயனி பரிமாற்று முறையில் கிடைக்கும் நீரையே பயன்படுத்துகின்றனர்.

அமிலத்தன்மை அல்லது காரத் தன்மையுள்ள நீரை, அயனி பரிமாற்று முறையில் எளிதில் பண்படுத்தலாம். தற்காலத்தில் நேர் அயனி மாற்று அறையில், சில வீரிய மிக்க வினைப் பொருள் களைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் வேதி முறையில் நீரிலுள்ள சிலிகாவையும் அகற்றுவது உண்டு. அயனி பரிமாற்று அறைகள் மிகச் சிறியனவாகவும், எளிதில் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்துக்கு எடுத்துச் செல்லக் கூடிய சாதனமாகவும் அமைந்துள்ளன.

இம் முறையில் பயன்படும் வேதிப் பொருள்களின் விலை அதிகமாக உள்ளன. கலங்களாக உள்ள நீரை இம் முறையில் பண்படுத்த முயன்றால், அயனி மாற்றிகளின் செயல் திறன் மிகவும் பாதிக்கப்படும். எனவே இம் முறையில் பண்படுத்தப் படும் நீரின் கலங்கல் 10 p.p.m அளவை விடக் குறைவாக இருக்க

வேண்டும். நீரில் மிகுந்த அளவில் கால்சியம் அயனிகளிருப்பின், எதிர் அயனி மாற்றிகளை இளமைப்படுத்தும்பொழுது நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை தான் உபயோகப்படுத்த வேண்டும். நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் உபயோகப்படுத்தினால், நீரில் எளிதில் கரையாத கால்சியம் சல்ஃபேட், அயனி மாற்றிகளின் மேல் படிந்து அதன் செயல் திறனைப் பாதிக்கின்றது.

நீரில் அதிக அளவில் கார்பனேட் வன்மையிருப்பின், முதலில் நீருடன் சரியாக கணக்கிடப்பட்ட அளவு சுண்ணும்பு நீரைக் கலந்து, நீரில் கரைந்துள்ள பெரும்பாலான கனிமப் பொருள்களை வீழ்படிவாகப் படியும்படிச் செய்யலாம். விழ்படிவை நீக்கியபின், அயனி பரிமாற்று முறையில் வடிநீரைப் பண்படுத்துவது சிறந்த முறையாகும்.

சியோலைட் முறை, சுண்ணும்பு சோடா முறை, அயனி பரிமாற்று முறை இவற்றை ஒப்பிடுதல்.

	சியோலைட் முறை	சுண்ணும்பு சோடா முறை	அயனி பரிமாற்றுமுறை
1.	வினைப் பொருள்களின் விலை குறைவு.	வினைப் பொருள்களின் விலை மிகக்குறைவு.	வினைப் பொருள்களின் விலை அதிகம்.
2.	நீரைப் பண்படுத்தலில் வினை பொருள்கள் அழிவதில்லை. சியோலைட்டை இளமை படுத்துவதிலும், விலைமலிவான வினைபொருளே தேவைப் படுகின்றது.	தொடர்ந்து வினைப் பொருள்களை சேர்க்க வேண்டும்.	அயனி மாற்றிகளை இளமை படுத்துவதில் வினைப் பொருள்கள் தேவைப் படுகின்றன. இவற்றின் விலையும் குறைவாயுள்ளது.
3.	நீரில் கரைந்துள்ள திண்மப் பொருள்களின் அளவு குறைவதில்லை. மாறாக, திண்மப் பொருள்களின் எடை அதிகமாகின்றது.	நீரில் கரைந்துள்ள திண்மப் பொருள்களின் அளவு குறைகின்றது.	நீரில் கரைந்துள்ள அயனிகள் யாவும் நீக்கப்படுகின்றன.
4.	முறையை நியமமாக ஆக்கிய பின், நிபுணர்களின் சேவை அவசியமில்லை.	வினை பொருள்களின் அளவைக் கணக்கிடவும், பண்படுத்தல் நிகழ்ச்சி நன்கு நடைபெறச் செய்யவும் நிபுணர்களின் சேவை வேண்டியுள்ளது.	அயனி மாற்றிகளை இளமைப் படுத்துவதில் மட்டும் நிபுணர்களின் சேவை வேண்டியுள்ளது.
5.	நீரில் கரைந்துள்ள சிலிகா நீக்கப்படுவதில்லை.	வெப்ப சுண்ணும்பு சோடா முறையில் நீக்கப்படுகின்றது.	நேர் அயனிமாற்று அறையில் தகுந்த வினைப் பொருள்களை எடுத்துக் கொண்டால் சிலிகாவையும் நீக்க முடியும்
6.	சில குறிப்பிட்ட தொழிற்சாலைகளுக்கே நீரைப் பயன்படுத்த முடியும்.	பல தொழிற்சாலைகளில் நீரைப் பயன்படுத்த முடியும்.	எல்லாத் தொழிற்சாலைகளிலும், சோதனைச் சாலையிலும் பயன்படுத்த முடியும்.

வாயுப் பொருள்கள்

1. இயற்கை நீரில் (1) கார்பன்டை ஆக்சைடு (2) ஆக்சிஜன் (3) நைட்ரஜன் (4) ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு (5) மீதேன் போன்ற வாயுப் பொருள்கள் கரைந்துள்ளன. இவைகள் நீரில் கரைந்திருப்பதற்கான காரணங்களையும், இவற்றினால் ஏற்படும் தீமைகளையும், இவற்றை நீக்கும் முறைகளையும் நன்கு அறிந்திருந் தால், தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படும் நீரில் தீமைகள் விளைவிக்கக் கூடிய வாயுப் பொருள்கள் இல்லாமலிருக்கும் படிச் செய்யலாம்.

கார்பன்டை ஆக்சைடு

மழை நீரில் வாயு மண்டலத்திலுள்ள கார்பன்டை ஆக்சைடு சிறிதளவு கரைந்துள்ளது. மழை நீரில் கார்பன்டை ஆக்சைடின் அளவு, இடத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் 0.5 p.p.m லிருந்து 2 p.p.m. வரையுள்ளது. பொதுவாக கிராமப் புறங்களில் விழும் மழை நீரில், கார்பன்டை ஆக்சைடின் அளவு குறைவாகவும், தொழிற்சாலை களுள்ள பிரதேசங்களில் அல்லது நகர்ப்புறங்களில் விழும் மழை நீரில் அதிக அளவிலும் காணப்படுகின்றது.

கரிமப் பொருள்கள் அழிவுறுவதாலும் அல்லது ஆக்சிகரணம் அடைவதாலும் உண்டாகும் கார்பன்டை ஆக்சைடு நீரில் கரைவதால், பூமியின் மேற்பரப்பிலுள்ள நீரில் 2 p.p.m. லிருந்து 8 p.p.m. வரை கார்பன்டை ஆக்சைடு இருப்பதுண்டு. சில ஆறுகளின் படுகையிலுள்ள தாவரப் பொருள்கள் அதிக அளவில் அழிவுறுவதால், கார்பன்டை ஆக்சைடின் அளவு 50 p.p.m. வரையிலும் கூட காணப்படுவதும் உண்டு. நீரில் கரைந்துள்ள கார்பன்டை ஆக்சைடு பூமியின் மேற்பரப்பிலுள்ள கால்சியம், மக்னீயம், கார்பனேட் கனிமங்களுடன் வினையுற்று, அவற்றை பைகார்பனேட்டுகளாக மாற்றுகின்றது. நீரில், கால்சியம் மக்னீசியம் பைகார்பனேட்டுகள் மாசுப் பொருள்களாக விளங்கு வதற்கு இவ்வினைகளே முக்கிய காரணங்களாகும்.



$$CO_2 + H_2O + Ca\,CO_3 \longrightarrow Ca\,(HCO_3)_2$$



$$CO_2 + H_2O + Mg\,CO_3 \longrightarrow Mg\,(HCO_3)_2$$

கார்பன்டை ஆக்சைடு நீரில் கரைந்து கார்பனிக் அமிலம் உண்டாகிறது இதனால் நீர் சிறிது அமிலத் தன்மையாக இருக்கும் கார்பன்டை ஆக்சைடு உலோகங்களை அரிக்கும் தன்மையுள்ளது. நீர் சிறிதளவு அமிலத் தன்மையாக உள்ளதால், அதிக அளவி லுள்ள ஹைட்ரஜன் அயனிகளால் கார்பன் டை ஆக்சைடின்

அரிக்கும் திறன் அதிகமாகின்றது. ஆக்சிஜன் கரைந்துள்ள நீரில் கார்பன்டை ஆக்சைடும் இருந்தால், ஆக்சிஜனின் அரிக்கும் திறன் மிக அதிகமாக உயரும்.

ஆக்சிஜனும் நைட்ரஜனும்

ஆக்சிஜன் நைட்ரஜனைப்போல் இரு மடங்கு நீரில் கரையக் கூடியது. வாயு மண்டலத்தில் ஆக்சிஜன் சுமார் 20 சதவீதம் உள்ளதால், நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் விகிதம் வாயுமண்டலத்திலுள்ளதைவிட மாறுபட்டிருக்கும்.

சாதாரண வெப்ப அழுத்த நிலையில் ஆக்சிஜன் 6 லிருந்து 10 p.p.m. வரையிலும் நீரில் கரைந்துள்ளது. நைட்ரஜன் 10 லிருந்து 18 p.p.m. வரையிலும் கரைந்துள்ளது.

ஆக்சிஜன் ஓர் வீரிய மிக்க தனிமமாகையால் பல பொருள்களுடன் வேதி வினைகளில் பங்கு பெறக்கூடியதாயுள்ளது. நீரின் வெப்பத்தை அதிகப்படுத்தும் பொழுது அதில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனின் வீரியமும் மிக அதிகமாகின்றது. 10°C வெப்ப நிலை உயரும் பொழுது வேதி வினைகளின் வேகம் இரட்டிப்பாகின்றது. இக்காரணத்தால் 90°C வெப்ப நிலையிலுள்ள நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனின் அரிமானத்திறன் சாதாரண வெப்ப நிலையிலுள்ளதை விட சுமார் 400 மடங்கு அதிகமாக உள்ளது. எனவே அதிக வெப்ப நிலையில் நீரைப் பயன்படுத்தும் பொழுது அதில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனின் அளவு வெகுவாகக் குறைக்கப் படவேண்டும்.

நைட்ரஜன் ஒரு மந்தத் தனிமம். சுமார் 90°C வெப்ப நிலையில் கூட அதன் வீரியம் மாறுவதில்லை. நீரில் நைட்ரஜன் இருப்பதால் எவ்விதக் கெடுதலும் இல்லை.

ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு

சிலவகை ஊற்று நீர்களில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு காணப் படுகின்றது. இவற்றின் அளவு 2. p.p.m. லிருந்து 10. p.p.m வரை இருக்கும். ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு நீரில் கரைவதால் நீர் சிறிதளவு அமிலத் தன்மை அடைகின்றது. நீரிலுள்ள சல்ஃபைடு அயனிகள் உலோகங்களுடன் எளிதில் வினை புரியக் கூடியவைகளாதலால், இவ்வகை நீரும் அரிமானத் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு 0.5 p.p.m. அளவு நீரிலிருந்தாலும் அந்நீர் துர் நாற்றம் உள்ளதாயிருக்கும். இக்காரணங்களினால்

நீரில் கரைந்துள்ள ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு முழுமையுமாக நீக்கப் படவேண்டும்.

மீதேன்

சில குறிப்பிட்ட பிரதேசங்களில் கிடைக்கும் ஊற்று நீரில் மீதேன் வாயு காணப்படுகின்றது இவ்வாயு அரிக்கும் தன்மை கொண்டுள்ளதல்ல ஆயினும், எளிதில் தீப்பற்றக் கூடியது. எனவே நீரில் 10 p.p.m. க்கு மேலாக மீதேன் வாயு இருப்பின், தகுந்த முறையில் அதனை நீக்குவது அவசியமாகின்றது.

நீரில் கரைந்துள்ள வாயுப் பொருள்களின் தன்மைக்கேற்ப அவற்றை நீக்க பௌதிக முறைகளும் வேதி முறைகளும் கையாளப் படுகின்றன. பௌதிக முறைகளில் வாயு ஏற்ற முறையும் (aeration), வாயு நீக்க முறையும் (deaeration) பின்பற்றப் படுகின்றன.

வேதி முறைகளில், கரைந்துள்ள வாயுப் பொருள்களுடன் வினையுறக் கூடிய வினை பொருளைப் பயன்படுத்தி, வாயுக்களை நீக்குகின்றனர்.

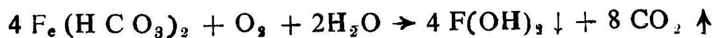
வாயு ஏற்ற முறை

இம் முறையில் அரிதில் கரையக்கூடிய வாயுப் பொருள்களான கார்பன்டை ஆக்சைடு, ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, மீதேன் போன்ற பொருள்களை நீரிலிருந்து நீக்க முடியும். நீரில் அதிக அளவில் கரையக் கூடிய வாயுவைக் கரையச் செய்தால், அரிதல் கரையக் கூடிய வாயுக்களின் கரை திறன் வெகுவாகக் குறைந்து, அவை வெளியேறும் என்ற தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு இம் முறை செயல் படுகின்றது.

வாயு ஏற்ற முறையில் வாயு மண்டலத்திலுள்ள காற்றை நீரில் நன்கு கரையும்படிச் செய்வதால் காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜனும் நைட்ரஜனும் நீரில் கரைந்து ஒரு தெவிட்டிய கரைசலை உண்டாக்குகின்றது. குறைந்த கரைதிறனைப் பெற்றுள்ள வாயுப் பொருள்கள் யாவும் நீரிலிருந்து வெளியேற்றப் படுகின்றன. நீரை சிறு திவலைகளாக காற்றில் விழும்படிச் செய்தும், திறந்த தொட்டியி லுள்ள நீரினுள் காற்றைச் செலுத்தியும், மூடின தொட்டியிலுள்ள நீரில் அதிக அழுத்தத்தில் காற்றைச் செலுத்தியும், வாயு ஏற்றம் நிகழும்படிச் செய்யலாம்.

நீரைத்தகுந்த சாதனங்கள் மூலம் சிறு திவலைகளாகக் காற்றில் தெளிக்கும் முறையே பல தொழிற்சாலைகளில் கையாளப்படுகிறது. நீர்த்திவலைகள் சிறியதாக இருக்குமானால் இம்முறையில் செயல் திறன் அதிகமாகின்றது. சிறு திவலைகள் அதிக நேரம் காற்றுடன் இருக்கும்பொழுது காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜனும், நைட்ரஜனும் நீரில் கரைந்து, நீரில் கரைந்துள்ள கார்பன்டை ஆக்சைடு, ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, மீதேன் போன்ற குறைந்த கரை திறனுள்ள வாயுப் பொருள்கள் வெளியேறுகின்றன.

நீரில் இரும்பு பைகார்பனேட் மாசுப் பொருளாக இருந்தால், வாயு ஏற்றம் நிகழும் பொழுது இரும்பு ஹைட்ராக்சைடு உண்டா கின்றது. இதை ஒரு ஆக்சிஜனேற்ற நிகழ்ச்சியாகக் கருதலாம். நீரில் 1 p.p.m. அளவு கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் 7 p.p.m. அளவுள்ள இரும்பை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்யும். விளை பொருளான இரும்பு ஹைட்ராக்சைடு வீழ்ப் படிவாகப் படிகின்றது.



$$4\,F_e(HCO_3)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4\,F(OH)_3 \downarrow + 8\,CO_2 \uparrow$$

இதே முறையில் நீரிலுள்ள மாங்கனீஸ்ய பை கார்பனேட்டும் ஆக்சிஜனேற்ற மடைந்து கரையாதப் பொருளாகப்படிகின்றது.



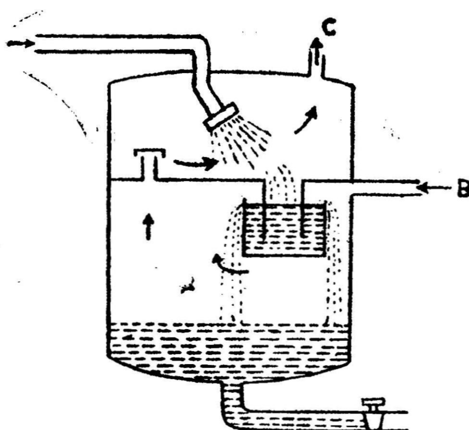
$$2\,Mn(HCO_3)_2 + O_2 \longrightarrow 2\,MnO_2 \downarrow + 4\,CO_2 \uparrow + 2\,H_2O$$

எனவே, நீரில் வாயு ஏற்றம் நிகழும்பொழுது, நீரிலுள்ள இரும்பு, மாங்கனீஸ் ஆகிய மாசுப் பொருள்களும் நீக்கப்படு கின்றன என்பது குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

வாயு நீக்க முறை

நீரின் கொதி நிலையில் வாயுக்களின் கரை திறன்கள் பூஜ்ய மாக இருக்கின்ற காரணத்தால் நீரில் கரைந்துள்ள எல்லா வாயுப் பொருள்களையும், நீரைக் கொதிக்க வைத்தல் மூலம் வெளியேற்ற முடியும். சாதாரண அழுத்தத்திலாவது அல்லது குறைந்த அழுத்தத்திலாவது அல்லது வெற்றிடத்திலாவது நீரைக்கொதிக்கச் செய்யலாம். வாயுப் பொருள்கள் நீரில் கரைவது அதன் அழுத்தத்தை பொருத்துள்ளது. வாயுப் பொருள்களை வெளி யேற்றிய பின் கிடைக்கும் நீர், மிக எளிதில் வாயுப் பொருள்களை மீண்டும் கரைக்கக் கூடிய திறன் உள்ளது. எனவே வெளி யேற்றப்பட்ட வாயுப் பொருள்களோ அல்லது வேறு வாயுப் பொருள்களோ மீண்டும் வாயுப் பொருள்களை இழந்த நீருடன் சேராமல் இருத்தல் அவசியம்.

தொழிற்சாலையில் கிடைக்கும் கழிவு நீராவி (Waste steam) யைக் கொண்டு நீரை வெப்பப் படுத்தி, கொதிநிலைக்குக் கொண்டு வரலாம்.



படம் 8.

படத்தில் காட்டியபடி அமைந்துள்ள ஒரு சாதனத்தில் வாயு நீக்கம் நிகழ்த்தப்படுகின்றது. B-யின் வழியாக கழிவு நீராவியைச் செலுத்தி, பின் அதனை C என்ற வெளியேற்றும் குழாய் மூலமாக வெளியேற்றுகின்றனர். நீர் சிறு திவலைகளாக தெளிக்கப் படுகின்றது. நீர் திவலைகள் வெளியேறும் நீராவியால் சூடாக்கப் பட்டு சுமார் 90°C வெப்ப நிலையை அடைகின்றன. நீரில் கரைந் துள்ள பெரும்பாலான வாயுப் பொருள்கள் நீக்கப்படுகின்றன. வாயு நீக்கப் பெற்ற நீர் முகவை போன்ற பாத்திரத்தில் நிரம்பி வழியும் பொழுது, மீண்டும் உள் செல்லும் நீராவியால் வெப்பப் படுத்தப்பட்டு அதன் கொதி நிலையை அடைகின்றது. இந் நிலையில் நீரில் கரைந்துள்ள வாயுப் பொருள்கள் முழுமையும் வெளியேற்றம் அடைந்து, வாயுப் பொருள்கள் நீராவியால் வெளியில் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

சாதனத்தின் கீழ் தளத்தில் சேரும் வாயு நீக்கம் பெற்ற நீர், நீராவியைத்தவிர மற்ற வாயுப்பொருள்களுடன் தொடர்பு கொள்ள முடியாது. இந்த நீரைச் சேமித்து வைக்க வேண்டுமென்றால் தகுந்த குப்பிப் பெட்டிகளில் முழுமையுமாக நிரப்பி வைக்க வேண்டும்.

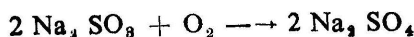
வேதி முறைகளில் நீரிலுள்ள பலவகை வாயுப் பொருள்களை நீக்கலாம். இம் முறைகள் நீரிலுள்ள வாயுப் பொருள்களை பொதுவாக நீக்கியபின் முழுமையுமாக ஏதாவதொரு வாயுப் பொருளை நீக்குவதற்கு மட்டும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடை நீக்குவதற்கு குளோரின் வாயுவை நீரில் செலுத்தலாம்.



$$H_2S + Cl_2 + 4H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 8HCl$$

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள சமன்பாட்டின்படி 1 p.p m. அளவுள்ள ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடை நீக்க சுமார் 8 p.p.m. அளவு குளோரின் தேவைப்படும் இக் காரணத்தால் பெரும்பாலான ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடை மாற்று வழிகளில் நீக்கிய பின் மீதமுள்ள ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடை, தகுந்த அளவு குளோரின் வாயுவைச் செலுத்தி நீக்குகின்றனர்.

நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் முழுமையுமாக நீக்கப்படினும் கரைந்துள்ள வாயுக்களை இழந்த நீர், வாயு மண்டலத்துடன் தொடர்பு கொள்ளும்பொழுது, சிறிதளவு ஆக்சிஜனைக் கரைக்கின்றது. தொழில் துறையில் ஆக்சிஜன் சிறிதும் கரைந்தில்லாத நீர் தேவைப்பட்டால், நீரை உபயோகப்படுத்துவதற்கு முன்பு அல்லது உபயோகப்படுத்தும்பொழுது, சிறிதளவு சோடியம் சல்ஃபேட்டைக் கலக்குவது உண்டு.



$$2\,Na_2SO_3 + O_2 \longrightarrow 2\,Na_2SO_4$$

0·002 p.p.m. அளவுள்ள கோபால்ட் அயனிகளின் முன்னிலையில் இவ்வினையின் வேகம் மிக அதிகமாக உள்ளது. நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் இவ்வாறு நீக்கப் படும்பொழுது, நீரில் சோடியம் சல்ஃபேட் என்ற கனிமப் பொருள் மாசுப் பொருளாகத் தங்கி விடுகின்றது. எனவே கரைந்துள்ள கனிமப்பொருளின் அளவும் குறைவாக இருக்கவேண்டுமென்றால் இம்முறை சிறந்ததல்ல.

நீருடன் ஹைட்ரசீன் (Hydrazine) என்ற வேதிப்பொருளைக் கலந்து, நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனை நீக்கலாம்.



$$N_2H_4 + O_2 \longrightarrow N_2\uparrow + 2H_2O$$

இவ்வினையில் உண்டாகும் வினைபொருளான ஹைட்ரஜன் வாயு வெளியேறும். நைட்ரஜன் நீரில் கரைந்தாலும் கெடுதல் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் இம்முறையில் பயன்படுத்தப்படும் ஹைட்ரசீன் ஒரு விலை உயர்ந்த பொருளாக உள்ளது. மேலும்

இவ் வினை சாதாரண வெப்ப நிலையில் மிகவும் மெதுவாக நிகழ்கின்றது.

நீரில் கரைந்துள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடை சுண்ணும்பு நீரைக் கலக்குவதன் மூலம் நீக்கமுடியும்.



$$2CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

இதனுல் நீரில் கார்பனேட் வன்மை உண்டாகின்றது. ஆனுல் அமிலத் தன்மைக் குறைந்து, அமிலத்தினுல் ஏற்படக் கூடிய அரிமானமும் குறைகின்றது. நீரில் கரைந்துள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடை நீக்க அம்மோனியா வாயுவையும் பயன் படுத்தலாம்.



$$2NH_3 + CO_2 \longrightarrow NH_2COONH_4$$

இவ் வினையிலும் நீரின் அமிலத் தன்மை முறிக்கப்படுகின்றது. ஆனுல் அம்மோனியா வாயு காப்பர் அல்லது காப்பர் உலோகக் கலவைகளை அரிக்கும் தன்மையுடையது. எனவே காப்பர் கொதி கலங்களில் வைக்கப் பட்டிருக்கும் நீரிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடை நீக்க, அம்மோனியாவைப் பயன்படுத்த முடியாது. அம்மோனியாவிற்குப் பதிலாக கரிம அமீன்களைப் பயன் படுத்தினுலும், ஒத்த வேதி வினைகளால் நீரில் கரைந்துள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடு நீக்கப் படுகின்றது

4. நுண் உயிர்ப் பொருள்கள்

ஊற்று நீரைத் தவிர மற்ற வகை நீர்களில் பல வகை நுண் உயிர் பொருள்கள் காணப்படுகின்றன. சில வகைப்பொருள்கள் கண்ணுக்குத் தெரியுமளவுக்கு பெரியவைகளாக உள்ளன. வேறு சில, மிக்க சக்தி வாய்ந்த நுண் நோக்கிக்களைக் கொண்டே காண முடிகின்றன. அவற்றில் சில தாவர வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தவை சில பிராணி வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தவை. சிலவற்றை எளிதில் தாவர இனம் என்ருே பிராணி இனம் என்ருே கொள்ள முடியாது. இவைகளைப் பொதுவாக பாக்டீரியாக்கள் என்று அழைக்கலாம் சில வகை பாக்டீரியாக்கள் நோய்கள் பரவுவதற்குக் காரணமாக இருத்தலால், அவற்றை நோய்க் கிருமிகள் என்று அழைப்பதுண்டு.

பூமியின் புறப் பரப்பிலுள்ள நீர் வெளிக் காற்று மண்டலத்துடன் எப்பொழுதும் தொடர்புள்ளதாயுள்ளது. கோடிக் கணக்கான பாக்டீரியாக்கள் காற்றில் மிதந்து கொண்டு இருக்கின்றன. அவற்றுள் சில வகை நீரில் கலந்து தங்களுடைய வாழ்க்கையை தொடர்ந்து நடத்துகின்றன.

நீரிலுள்ள சில வகை பாக்டீரியாக்கள், குழாய்களின் உட்புறச் சுவர்களில் ஒரு பூச்சுபோல அமைகின்றன. இவைகள் தொடர்ந்து வளர்வதினால் குழாயின் குறுக்களவு குறைந்து நீரின் வேகம் தடைபடுகின்றது. சில சமயங்களில் இப் பொருள்கள் குழாய்களின் சுவர்களிலிருந்து விடுபட்டு, ஒரு வழிக் கதவு (Valve), குழாய் மூக்கு (Nozzle) போன்ற சாதனங்கள் திறம்பட செயல்படாமல் போகின்றன. இரும்பு பாக்டீரியா என அழைக்கப்படும் கிரினோதிரிக்ஸ் (Crenothrix) என்னும் பாக்டீரியா இனத்தை இதற்கு சிறந்த எடுத்துக் கட்டாகக் கூறலாம். இவ்வகை பாக்டீரியா, இரும்பு பைகார்பனேட் உள்ள நீர் வகையில் நன்கு பெருக்கம் அடைகின்றது. இவைகளில் ஏற்படும் பல உயிர்வேதி வினைகளால் (Biochemical reactions), இரும்பு ஹைட்ராக்சைடு வீழ் படிவுகள் ஏற்படுகின்றன. இதே வகை பாக்டீரியாக்கள் மாங்கனீஸ் பைகார்பனேட் உள்ள நீரிலும் காணப்படுகின்றன. இவ் வகை நுண் உயிர் பொருள் தன்னுடைய பருமனளவைப் போல 500 மடங்கு அதிக பருமனளவுள்ள இரும்பு ஹைட்ராக்சைடை அல்லது மாங்கனீச ஆக்சைடை வீழ் படிவாக ஆக்கக் கூடியதாயுள்ளது. இவ்வாறு ஏற்படும் விழ்படிவுகள் குழாய்களில் நீர் செல்வதை வெகுவாகத் தடை செய்ய முடியும்.

மேலும் இவ் வகை பாக்டீரியாக்களை பெற்றுள்ள நீர் நிறமற்றதாகத் தோன்றினாலும், பீங்கான், துணி வகைகள் இவற்றில் இவ் வகை நீரைத்தேக்கி வைத்திருந்தால் இரும்புக் கறையை உண்டாக்குகின்றது.

சில வகை நுண் உயிர்கள் குளோரோஃபில்லை (Chlorophyl) பெற்றிருத்தலால், நீரிலுள்ள கார்பன்டை ஆக்சைடை எடுத்துக் கொண்டு அவைகளுக்கு வேண்டிய உணவுப் பொருளை ஒளிச் சேர்க்கையின் மூலம் பெறுகின்றன. ஒளிச் சேர்க்கை நிகழ்ச்சியில் உண்டாகும் ஆக்சிஜன், நீரில் கரைவதால், நீர் அதிக அரிமாணம் செய்யும் சக்தியைப் பெறுகின்றது.

பாக்டீரியாக்கள் உயிர் வாழும் பொருள்களாகையால், அவை நீரில் கலந்துள்ள ஆக்சிஜனை உட் கொண்டு சம அளவுள்ள கார்பன்டை ஆக்சைடைத் தருகின்றன. நீரில் கார்பன் டைஆக்சைடு அதிகமாகக் கரைவதாலும் நீரின் அரிமானத் தன்மை அதிகமாகின்றது. ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு கரைந்துள்ள நீரில் வாழும் பாக்டீரியாக்கள், ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்து, சல்ஃபரை நீரில் கூழ் நிலையில் இருக்கும்படிச் செய்கின்றன. இந்த வினை நிகழ நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனும்

காரணமாக இருக்கலாம். ஆனால் பொதுவாக இவ்வினை நிகழும் வேகம், வினையிலுண்டான சல்ஃபரின் அமைப்பு இவற்றைப் பொறுத்து. இது பாக்டீரியாவுடன் வினையும் வினையாகவே தற்காலத்தில் கருதப் படுகிறது. சூழ் நிலையிலுள்ள சல்ஃபர் நீரைப் பண்படுத்தும் பல முறைகளில் சிக்கல்களை ஏற்படுத்து கின்றது.

சல்ஃபேட் உறுப்பை ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம் செய்யக்கூடிய பாக்டீரியாக்களும் நீரிலுள்ளன. இவை நீரிலுள்ள சல்ஃபேட் பகுதியை ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடாக மாற்றுவதால் நீர் அழுகின முட்டையின் மணத்தை (ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடின் மணம்) பெறுகின்றது. இவ்வகை நீரில் இரும்பு அயனிகளிருப்பின் இரும்பு சல்ஃபைடு உண்டாகின்றது. இதனால் நீர் கருப்பு நிறத்தைப் பெறுகின்றது.

பலவகை நோய்க் கிருமிகள் நீரிலிருக்கக் கூடும். இவைகள் இனப் பெருக்கமடைய தகுந்த சூழ் நிலைகளிருப்பின் இவற்றின் எண்ணிக்கையும் மிக அதிகமாகி பல வித நோய்களைப் பரப்புவதற்கு நீர் காரணமாகலாம்.

பாக்டீரியாக்கள் உயிர் பொருள்களாகையால், இவை உயிர் வாழ ஆக்சிஜன் தேவைப்படுகின்றது. ஆன போதிலும் இவைகள் நுண் உயிர் பொருள்களாகையால், நீரில் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் ஆக்சிஜன் இருந்தாலோ, அல்லது நீரில் வீரிய மிக்க பிறவி நிலை ஆக்சிஜன் இருந்தாலோ பாக்டீரியாக்கள் அழிக்கப் படுகின்றன. நீரின் வெப்ப நிலையை உயர்த்துவதன் மூலமும் எல்லா பாக்டீரியாக்களையும் அழிக்க முடியும். நீரைப் பண் படுத்தும் பொழுது, வடிகட்டுதல் போன்ற நிகழ்ச்சிகளில் உண்டாகும் குழைந்த சேற்றில் பெரும் பாலான பாக்டீரியாக்கள் பௌதிக பிணைப்புகளால் கட்டுண்டு சேற்றிலேயே தங்கி விடுகின்றன.

நீரில் தாவர வகை பாக்டீரியாக்களிருப்பின், நீரை ஒளி புகாத இடத்தில் சேகரித்து வைப்பதன் மூலமும் அழிக்கலாம். காப்பர் சல்ஃபேட் என்ற சேர்மம் பல நுண் உயிர்ப் பொருள்களுக்கு நஞ்சாக அமைவதால், குறிப்பிட்ட அளவு காப்பர் சல்ஃபேட்டை பெரிய தொட்டிகளில் தேக்கி வைக்கப்பட்டுள்ள நீரில் கலப்பதன் மூலமும் பாக்டீரியாக்களை ஓரளவு அழிக்கலாம்.

சில குறிப்பிட்ட தொழிற் சாலைகளில் உபயோகப்படுத்தும் நீரிலும், நகர விநியோகத்திற்கு உபயோகப்படுத்தப்படும் நீரிலும்

நுண் உயிர்ப் பொருள்கள் அறவே ஒழிக்கப்பட வேண்டும். நீரிலிருந்து பாக்டீரியாக்களை நீக்கும் முறைகளை "கிருமிகளை அழிக்கும் முறைகள்" (Sterlization) என்று அழைப்பதுண்டு. கிருமிகள் அழித்தல் முறைகளில் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்களாவன.

1. சலவைத்தூள் (Bleaching Powder)
2. குளோரின் (Chlorine)
3. ஓசோன் (Ozone)
4. புற ஊதாக் கதிர்கள் (Ultra Violet Rays)

சலவைத் தூள்

உலர்ந்த கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு $Ca(OH)_2$ தூள்களின் மேல், குளோரினை முரணோட்ட முறையில் (Counter current principle) செலுத்தி சலவைத் தூள் என்ற சேர்மத்தை தொழிற் துறையில் பெருகின்றனர்.

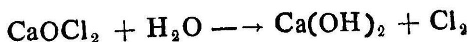


$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \longrightarrow CaOCl_2 + H_2O$$

இச் சேர்மம் குளோரின் நெடியுள்ள வெண்மையான தூளாக உள்ளது. இது சிறிதளவே நீரில் கரையும். இச் சேர்மம் எளிதில் (சுமார் 38 சத வீதம்) குளோரினைக் கொடுக்க வல்லது.

நீரிலுள்ள நுண் உயிர்ப் பொருள்களை அழிக்க 1000 லிட்டர் நீருக்கு சுமார் 2 கிலோ சலவைத்தூளை உபயோகிக்கின்றனர். சலவைத்தூளை கலந்தவுடன் பெரிய தொட்டிகளில் நீரை சில மணி நேரம் தேக்க வைக்கின்றனர்.

சலவைத் தூள் நீருடன் வினையுற்று பிறவி நிலையில் ஆக்சிஜனைக் கொடுக்கின்றது பிறவி நிலை ஆக்சிஜன் மிகத் திறன் வாய்ந்த ஆக்சிஜன் ஏற்றும் வினை பொருளாகையால், நீரிலுள்ள நுண் உயிர் பொருள்கள் யாவும் அழிக்கப் படுகின்றன என்ற கருத்து நிலவி வருகின்றது.



$$CaOCl_2 + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + Cl_2$$



$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$



$$HOCl \rightleftharpoons HCl + [O]$$

[O] = பிறவி நிலை ஆக்சிஜன்

இவ் வினைகளில் உண்டாகும் வினைபொருளான ஹைட்ரோ குளோரஸ் அமிலம், நுண் உயிர் பொருள்களுடன் கூடி நிகழும் உயிர் வேதி வினைகளால், நுண் உயிர்ப் பொருள்கள் அழிவுறுவ தாகவும் கருதப் படுகின்றது.

இம் முறை ஒரு எளிய முறையாக இருப்பதாலும், சலவைத் தூள் ஒரு விலை மலிவான பொருளாக இருப்பதாலும், பல நகராட்சிகள் குடி தண்ணீரிலுள்ள நுண் உயிர்ப் பொருள்களை அழிக்க சலவைத் தூளை உபயோகிக்கின்றனர்.

சலவைத் தூளை உபயோகப்படுத்துவதில் சில இடர்ப்பாடுகள் உள்ளன.

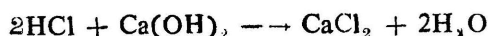
1. சலவைத் தூள் நீருடன் வினையுற்று பிறவி நிலை ஆக்சிஜனைக் கொடுக்கும் வினைகளின் விளைவாக, நீரில் கால்சியம் குளோரைடு கனிமப் பொருள் மாசுப் பொருளாகச் சேர்க்கப் படுகின்றது.



$$CaOCl_2 + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + Cl_2$$



$$Cl_2 + H_2 + O \longrightarrow 2HCl + [O]$$



$$2HCl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

இதனால் நீரில் கார்பனேட் அற்ற வன்மை உண்டாகின்றது. பல தொழிற் துறைகளில் பயன்படுத்தப்படும் நீரில் கால்சியம் அயனிகள் இருத்தல் கூடாது. நகர் விநியோகத்திற்கு பயன் படுத்தப்படும் நீரிலும் வன்மையிருக்குமாயின் துணிகளைச் சலவை செய்தல் போன்ற மற்ற உபயோகங்களுக்கு நீர் பயனற்ற தாய் போய் விடுகின்றது.

2. சலவைத் தூள் ஒரு நீர் உறிஞ்சும் (Hygroscopic) பொருளாதலால் இதனைச் சேகரித்து வைப்பதில் சிரமம் உள்ளது.

3. உயிர் நுண் பொருள்கள் முழுமையுமாக அழிக்கப்படு வதற்கு சலவைத் தூளை சற்று அதிக அளவில் உபயோகப்படுத்த வேண்டும். இதனால் பண்படுத்தப்பட்ட நீர் மிக்க நெடியுள்ள தாக உள்ளது.

4. சலவைத் தூள் ஒரு நிலையான தன்மையற்ற சேர்மம். இச் சேர்மத்திலிருந்து கிடைக்கக் கூடிய குளோரின் ஒரே அளவாக இல்லாமல், நாட்கள் செல்லச் செல்லக் குறைந்து

கொண்டே போகின்றது. உயிர் நுண் பொருள்களை அழிக்கும் திறன், சலவைத் தூளிலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய குளோரினின் அளவைப் பொருத்துள்ளது. எனவே, சலவைத் தூளை அதிக நாட்கள் சேமித்து வைத்துப் பயன்படுத்தமுடியாது. சலவைத் தூளை உபயோகப்படுத்தும் சமயத்தில் அதிலிருந்து கிடைக்கக் கூடிய குளோரினை, நிபுணர்களைக் கொண்டு பருமனளவு முறையில் நிர்ணயித்து, பின் சலவைத் தூளின் அளவைக் கணக்கிட்டு, நீரைப் பண்படுத்தலில் உபயோகிக்க வேண்டும்.

தற்காலத்தில் சலவைத் தூளுக்குப் பதிலாக பர்குளோரான் (perchloron) என அழைக்கப்படும் கால்சியம் ஹைப்போ குளோரைட்டை உயிர் நுண் பொருள்களை அழிக்கப் பயன் படுத்துகின்றனர்.

சுண்ணும்புக் குழம்புடன் (Lime slurry) குளோரினை வினையுறச் செய்வதன் மூலம் பர்குளோரானைப் பெறலாம்.

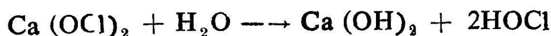


$$2\,Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \longrightarrow CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + 2H_2O$$

வினைபொருள்களுடன் சாதாரண உப்பைச் சேர்த்து கலக்கு வதன் மூலம், பர்குளோரானை வீழ்படிவாகப் பெறலாம்

இம் சேர்மம், நீர் உறிஞ்சும் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இதனால் இதனைச் சிரமமின்றி சேகரித்து வைக்கமுடியும். இச் சேர்மம் எளிதில் சிதைவுறுவதில்லையாதலால், இதன் செயல் திறன், சேமிப்பினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இச் சேர்மத்தின் கரை திறன் சலவைத் தூளின் கரை திறனைவிட அதிகமாக உள்ள தால், இது அதிக அளவில் நீரில் கரைகின்றது.

இச் சேர்மம் நீருடன் வினையுற்று ஹைப்போ குளோரஸ் அமிலத்தைத் தருகின்றது.



$$Ca(OCl)_2 + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 2HOCl$$

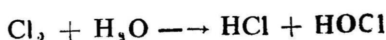
வினையில் உண்டாகும் ஹைப்போ குளோரஸ் அமிலம் நுண் உயிர் பொருள்களை அழிக்கின்றது.

ஒவ்வொரு மூலக் கூறும் இரண்டு ஹைப்போ குளோரஸ் அமில மூலக்கூறுகளைத் தருவதால் நுண் உயிர்களை அழிப்பதில் இச் சேர்மத்தின் செயல் திறன், சலவைத் தூளைப் போல் இரட்டிப்பு மடங்காக உள்ளது.

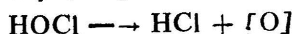
குளோரின்

சோடியம் ஹைட்ராக்சைடை பெருமளவில் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளில், குளோரின் ஒரு உடன் விளைவுப் பொருளாகக் கிடைக்கின்றது இதனை அதிக அழுத்தத்தில் நீர்மமாக மாற்றி எஃகு உருளைகளில் சேமித்து விற்கின்றனர்.

குளோரின் நீருடன் வினையுற்று ஹைப்போ குளோரஸ் அமிலத்தைக் கொடுக்கின்றது. இந்த அமிலம் ஒரு நிலையில்லாச் சேர்மமாகையால், சிதைவுற்று பிறவி நிலை ஆக்சிஜனைக் கொடுக்கின்றது.



$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$



$$HOCl \longrightarrow HCl + [O]$$

வினைப் பொருள்களான ஹைப்போ குளோரஸ் அமிலமும் பிறவி நிலை ஆக்சிஜனும் நீரிலுள்ள கரிமப் பொருள்களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யக் கூடியவை. இதனால் நுண் உயிர் பொருள்கள் எரிக்கப்படுகின்றன.

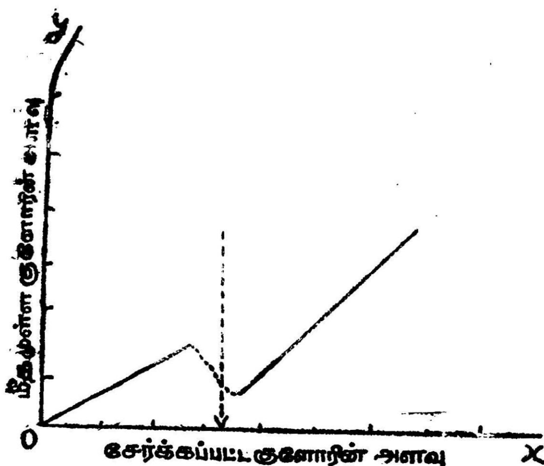
நுண் உயிர் பொருள்களை அழிக்கும் வினையில் தகுந்த அளவு குளோரினை உபயோகப்படுத்த வேண்டும். நீரிலுள்ள கரிமப் பொருள்கள் முழுமையும் அழிக்கப்படும் நிலைக்குத் தேவைப்படும் குளோரினின் அளவை ஒரு வரை படத்தின் மூலம் காணலாம்.

நீருடன் சிறிது குளோரின் நீர்மத்தைக் கலந்து கலக்கினால், குளோரின் நீருடன் வினையுற்று கரிமப் பொருள்களை எரிக்கின்றது. எனவே, சேர்க்கப்பட்ட குளோரினில் மிகச் சிறிய பாகமே ஆக்சிஜனேற்ற வினையில் பங்குகொள்ளாமல், நீரில் மீதமுள்ள குளோரினாகத் (residual chlorine) தங்கும். தகுந்த பருமனறி பகுப்பியல் மூலமாக மீதமுள்ள குளோரினின் அளவைக் கண்டறியலாம்

குறிப்பிட்ட அளவு நீருடன் சேர்க்கப்படும் குளோரின் அளவை-x அச்சிலும், நீரில் மீதமுள்ள குளோரின் அளவை y -அச்சிலும் எடுத்துக் கொண்டு ஒரு வரைதாளில் இரண்டுக்குமுள்ள தொடர்பைக் காண்பிக்கலாம்.

ஆரம்ப நிலையில், குளோரினை நீரில் சேர்க்கும்பொழுது, அதில் ஒரு பகுதி மீதமுள்ள குளோரினாக இருப்பதைக் காண்கிறோம். தொடர்ந்து குளோரின் சேர்க்கப்படுகையில்,

மீதமுள்ள குளோரினும் அதிகமாகி வருகின்றது. இவற்றை



படம் 9.

தொடர்புப் படுத்திக் காட்டும் புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடு x-அச்சின் பக்கம் சாய்ந்த நேர் கோடாக அமைகின்றது.

ஒரு குறிப்பிட்ட நிலை அடைந்தவுடன் மீதமுள்ள குளோரினின் அளவு திடீரெனக் குறைகின்றது. இதனால் இந் நிலையில் கிடைக்கும் புள்ளி நேர்கோட்டை விட்டு மிகவும் விலகி x-அச்சுக்கு வெகு சமீபமாக உள்ளது. இப் புள்ளி பழைய தொடர்பை முறித்துக் காட்டுவதால் இதனை முறி புள்ளி (Break point) என அழைக்கின்றோம்.

தொடர்ந்து சேர்க்கப்படும் குளோரினின் அளவும், நீரில் காணப்படும் மீதமுள்ள குளோரினின் அளவும் சமமாக இருப்பதால், மீண்டும் வரை படத்தில் ஒரு நேர் கோடு கிடைக்கின்றது. இக் கோடு முதல் கோட்டினின்றும் மாறுபட்டு, 45° கோணத்தில் அமைந்துள்ளது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். முறி புள்ளி நிலைக்குப் பிறகு சேர்க்கப்படும் குளோரின், வேதி வினைகளில் பங்கு பெறுமல் முழுமையுமாக மீதமுள்ள குளோரினைக் காணப்படுவது இக் கோட்டின் அமைப்பிலிருந்து தெரிய வருகின்றது. முறி புள்ளி நிலையை அடைவதற்காக சேர்க்கப்படும் குளோரினின் அளவை "முறி புள்ளி குளோரினேற்றம்" (Break point chlorination) என்று அழைக்கின்றோம்.

இந்த வரைபடத்திலுள்ள கோடுகளின் அமைப்பிலிருந்து குளோரின் எவ்வாறு நீரிலுள்ள கரிமப் பொருள்களுடன் வினையுறுகின்றதென்பது அறியப்படுகின்றது. ஆரம்ப நிலையில் சேர்க்கப்படும் குளோரினின் ஒரு பகுதி, கரிமப் பொருள்களை அழிக்கும் வினைகளில் பங்கு பெற்றும், மற்றொரு பகுதி மீதமுள்ள குளோரினாகவும், இருக்கின்றது. கரிமப் பொருள்கள் அழியும் நிகழ்ச்சியும், மீதமுள்ள குளோரின் அளவில் அதிகமாவதும், குளோரினை மேலும் சேர்க்கையில் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றது. இதனால் நீரில் மீதமுள்ள குளோரினின் செறிவு அதிகமாகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையை இந்த செறிவு அடைந்தவுடன், அது வரையிலும் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையாத கரிமப் பொருள்களும் குளோரினின் அதிகச் செறிவு காரணமாக, ஆக்சிஜனேற்றம் அடைய ஆரம்பிக்கின்றன. இதனால் மீதமுள்ள குளோரினின் செறிவு திடீரெனக் குறைகின்றது. இந் நிலையில் கரிமப் பொருள்கள் யாவும் நீரிலுள்ள குளோரினால் அழிக்கப்படுகின்றன. தொடர்ந்து குளோரினைச் சேர்க்கும்பொழுது, சேர்க்கப்பட்ட குளோரின் முழுமையும், மீதமுள்ள குளோரினாக நீரிலிருப்பதால், அடுத்து பெறப்படும் நேர் கோடு 45° சாய்வாக அமைந்துள்ளது.

எனவே, நீரிலுள்ள கரிமப் பொருள்கள் முழுமையுமாக நீக்கப்பட வேண்டுமாயின், முறிவு நிலை குளோரினேற்றத்திற்கும் அதிக அளவில் குளோரினை நீரில் சேர்க்கவேண்டும்.

பல தொழிற்சாலைகளிலும், நகராட்சிகளிலும், நீரிலுள்ள உயிர் நுண் பொருள்களை நீக்குவதற்குக் குளோரினை கீழ்க்கண்ட காரணங்களால் பயன்படுத்துகின்றனர்.

1. முறி புள்ளி நிலை குளோரினேற்றத்திற்குத் தேவைப்படும் குளோரினுக்கும் அதிகமாக குளோரின் வாயு நீரில் சேர்க்கப்பட்டால், எல்லாக் கரிமப் பொருள்களும் அழிக்கப்படுகின்றன.

2. குளோரின் தொழில் துறையில் ஒரு உடன் விளைவுப் பொருளாகக் கிடைப்பதால் அதன் விலை மிகக் குறைவாயுள்ளது.

3. குளோரின் சிறிய எஃகு உருளைகளில் விற்கப்படுகின்றன. எனவே இதனை சேமித்து வைக்க அதிக இடம் தேவையில்லை.

4. குளோரின் சேமித்து வைத்தலில் கெட்டழிவதில்லையாகையால், சில மாதங்களுக்குத் தேவையான குளோரினை சேமித்து வைக்க முடியும்.

5. குளோரினை நீருடன் கலக்க எளிய சாதனங்களே போதுமானது.

6. நீருடன் குளோரின் சேர்ப்பதால் மற்ற வேறு எந்த வகையான கனிமப் பொருளும் சேர்க்கப்படுவதில்லை. இதனால் நீரில் கரைந்துள்ள கனிமப் பொருள்களின் அளவு அதிகரிப்பதில்லை. எனவே எவ்வித வன்மையும் நீர் பெறுவதில்லை.

நுண் உயிர் பொருட்களையும் கரிமப் பொருட்களையும் அறவே அழிக்க, முறிவு நிலை குளோரினேற்ற அளவை விட சற்று அதிகமாக குளோரின் சேர்க்கப்படுவதால், நீரில் மீதமாக உள்ள குளோரின், நீருக்கு ஒருவித நெடியைக் கொடுக்கின்றது. இந்நெடியை நீக்க பல பொருட்களை உபயோகப் படுத்துகின்றனர். அவற்றை யெல்லாம் குளோரின் நீக்கி (Antichlor) என அழைக்கின்றோம்.

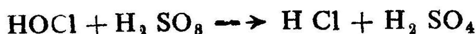
சில தொழிற்சாலைகளிலும், நகராட்சிகளிலும், சல்ஃபர் டை ஆக்சைடை குளோரின் நீக்கியாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். சல்ஃபர்டை ஆக்சைடு மீதமுள்ள குளோரினுடன் கீழ்க்கண்டவாறு வினை புரிகின்றது.



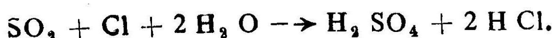
$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$$



$$H_2O + Cl_2 \rightarrow HCl + HOCl$$



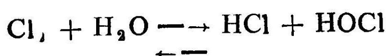
$$HOCl + H_2SO_3 \rightarrow HCl + H_2SO_4$$



$$SO_2 + Cl + 2H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HCl.$$

இவ் வினைகளின் முடிவில் சல்ஃபேட் அயனிகள் நீரில் இருப்பதால், நீர் கார்பனேட் வன்மையாக இருப்பின் கார்பனேட் அற்ற வன்மையாக மாறுகின்றது.

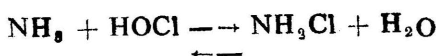
அம்மோனியா வாயு மிகச் சிறந்த குளோரின் நீக்கியாகப் பல தொழிற் சாலைகளிலும் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. அம்மோனியா குளோரினுடன் கீழ்க் கண்டவாறு வினை புரிந்து, பல வகையான குளோரோ அமின்களைத் தருகின்றது.



$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HOCl$$

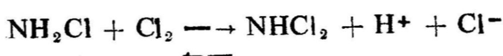


$$NH_3 + Cl_2 \rightleftharpoons NH_2Cl + H^+ + Cl^-$$

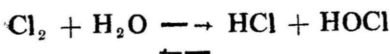


$$NH_3 + HOCl \rightleftharpoons NH_3Cl + H_2O$$

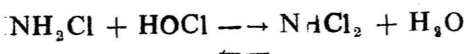
(ஒற்றை குளோரோ அமீன்)



$$NH_2Cl + Cl_2 \rightleftharpoons NHCl_2 + H^+ + Cl^-$$

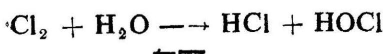


$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HOCl$$

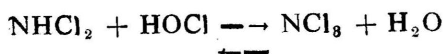


$$NH_2Cl + HOCl \rightleftharpoons NHCl_2 + H_2O$$

(இரட்டை குளோரோ அமீன்)



$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HOCl$$



$$NHCl_2 + HOCl \rightleftharpoons NCl_3 + H_2O$$

(மும்மை குளோரோ அமீன்)

அம்மோனியா வாயு கரிமப் பொருள்கள் யாவும் அழிக்கப் பட்டபின் மீதமிருக்கும் குளோரினையும், ஹைட்ரோ குளோரஸ் அமிலத்தையும் நீக்கி, குளோரோ அமீன் மூலக் கூறுகள் நீரிலிருக்கும்படிச் செய்கின்றது. குளோரோ அமீன்கள் எவ்வித நெடியுமில்லாத பொருள்கள். எனவே அதிக அளவில் சேர்க்கப் பட்ட குளோரினின் நெடி முழுமையுமாக நீக்கப் படுகின்றது.

குளோரோ அமின்கள் உண்டாகும் வினைகள் யாவும் மீள் வினைகளாக (reversible reactions) இருப்பதால், குளோரோ அமீன்கள் குளோரினையும், ஹைப்போ குளோரஸ் அமிலத்தையும் சேமித்து வைக்கும் பொருள்களாக உள்ளன. பண்படுத்தப்பட்ட நீரில் நுண் உயிர்ப் பொருள்கள் மாசுகளாகச் சேருமாயின், குளோரோ அமீன்களிலிருந்து கிடைக்கும் குளோரின் அவற்றை அழிக்க முடிகின்றது.

நுண் உயிர்ப் பொருள்கள் அழிக்கப்படும் திறன் (K) குளோரினின் செறிவையும் (C), உயிர்ப் பொருள்கள் குளோரினுடன் தொடர்பு கொள்ளும் காலத்தையும் (t) பொருத் திருக்கும். இதனை $K \propto (C \times t)$ என்ற சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம். குளோரோ அமீன் நீரிலிருப்பதால் t-யின் மதிப்பு அதிகமாகின்றது. எனவே குளோரினின் நுண் உயிர்ப் பொருள்களை அழிக்கும் திறன் அதிகமாகின்றது.

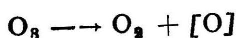
குளோரோ அமீன்கள் வினைப் பொருள்களாக கிடைக்கும் சமன்பாடுகளிலிருந்து, நீரில் ஹைட்ரஜன் அயனியின் செறிவு குறைந்தால் குளோரோ அமீன்களும், ஹைப்போ குளோரஸ் அமிலமும் எளிதில் உண்டாகு மென்பது தெரிகின்றது. அம்மோனியா வாயு நீரில் கலப்பதால் ஹைட்ரஜன் அயனியின் செறிவு வெகுவாகக் குறைந்து, நீரின் p. h. மதிப்பு 8க்கு உயருகின்றது. எனவே, நீச்சல் குளம் போன்ற நீர் நிலைகளிலுள்ள நீரை பண்படுத்துவதிலும், அம்மோனியாவைக் குளோரின் நீக்கியாகம் பயன்படுத்துகின்றனர்.

குளோரோ அமீனைத் திண்மப் பொருளாகச் சிறு மாத்திரைகள் வடிவத்தில் விற்பது உண்டு. உல்லாசப் பிரயாணிகளாலும், போர்க் காலங்களில் சிப்பாய்களாலும் பல்வேறு இடங்களில் கிடைக்கும் குடிநீரைப் பண்படுத்த குளோரோ அமீன் மாத்திரைகள் பயன்படுகின்றன.

ஓசோன்

இது ஆக்சிஜன் தனிமத்தின் ஒரு புற வேற்றுமை (Allotrope) தனிமமாகும். உலர்ந்த காற்றை ஒலியற்ற மின் பாய்ச்சலுக்குத் தகுந்த சாதனத்தில் உட்படுத்தினால், ஓசோன் கலந்த காற்று கிடைக்கின்றது.

ஓசோன் கலந்த காற்றை நுண் குமிழிகளாக நீரினுள் செலுத்தினால் நீரில் ஓசோன் கரைகின்றது. சாதாரண வெப்ப நிலையில், ஓசோன் ஒரு நிலையற்ற புறவேற்றுமைத் தனிமம். எனவே இது சிதைவுற்று பிறவி நிலை ஆக்சிஜனைத் தருகின்றது.



$$O_3 \longrightarrow O_2 + [O]$$

பிறவி நிலை ஆக்சிஜனால் நுண் உயிர்ப் பொருள்கள் அழிக்கப் படுகின்றன. ஓசோன் அதிக அளவில் செலுத்தப்பட்டாலும், காரநெடியைத் தருவதில்லை. மாறாக, நீர் இனிய சுவையுள்ளதாக இருக்கின்றது. அதிக அளவில் நீரில் செலுத்தப்படும் ஓசோனை அழிக்கவேண்டுவதும் அவசியமில்லை. ஆனால் ஓசோன் செய்வதற்கு அதிக அளவில் மின் சக்தி தேவைப்படுவதால், இம் முறை நம் நாட்டில் பின்பற்றப்படவில்லை.

புற ஊதாக் கதிர்கள்

புற ஊதாக் கதிர்கள் மிக்க ஆற்றலைப் பெற்றிருத்தலால், நுண் உயிர்ப் பொருள்கள் இக் கதிர்களால் அழிக்கப்படுகின்றன.

தகுந்த சாதனத்தின் மூலம் மெல்லிய ஏடாக (thin sheet) நீரை ஒரு கண்ணுடிப் பெட்டியின் மேல் செலுத்துகின்றனர். கண்ணுடிப் பெட்டியினுள் பாத ரச ஆவி மின் விளக்கு எரியும். இவ் விளக்கிலிருந்து வெளி வரும் புற ஊதாக் கதிர்கள் கண்ணுடிப் பெட்டியின் மேற் பரப்பில் பாயும்; அதுசமயம் நீரிலுள்ள நுண் உயிர் பொருள்களை அழிக்கின்றன.

புற ஊதாக் கதிர்களைப் பயன்படுத்தும்பொழுது எவ்வித விளை பொருளும் நீரில் சேர்க்கப்படுவதில்லை. எனவே நீரின் பௌதிகப் பண்புகள் மாறுவதில்லை. அதிக அளவில் கதிர்கள் செலுத்தப் பட்டாலும் எவ்வித கெடுதலும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் இம் முறையில் பயன்படுத்தப்படும் சாதனங்களுக்கும் மின் சக்திக்கும் அதிக அளவில் பணம் செலவாகின்றது. எனவே இம் முறை நம் நாட்டில் கையாளப்படுவதில்லை.

5. சிலிகா

மழை நீர் நீங்கலாக மற்றெல்லா வகை இயற்கை நீரிலும் சிலிகா காணப்படுகின்றது. ஊற்று நீரில் இதன் அளவு மிக அதிகமாக உள்ளது. நீரின் தன்மைக்கேற்ப கரைந்துள்ள சிலிகாவின் அளவு நீரில் 1. p. p. m-லிருந்து 107 p. p. m. வரை இருக்கக்கூடும். சில வகை நீர்களில், சிலிகா கூழ்நிலையிலும், தொங்கல் நிலையிலும் மிக அதிக அளவு உள்ளது.

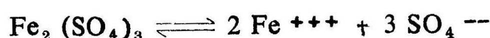
தொங்கல் நிலையிலும், கூழ்நிலையிலுமுள்ள சிலிகாவைத்தகுந்த திரிதல் பொருள்களை நீருடன் கலந்து வீழ்படிவுகளாக எளிதில் படிய வைக்கலாம். ஆனல் கரைந்துள்ள சிலிகாவை, அது அயனிகளாக இல்லாத காரணத்தால், சில சிறப்பு முறைகளின் வழியாகத்தான் நீக்கமுடியும்.

கொதி கலன்களில் பயன்படுத்தப்படும் நீரில், சிலிகாவும் கால்சியம் அயனிகளும் இருப்பின், கொதி கலன்களின் உட் புறத்தில் பலமான செதிள்கள் உண்டாகின்றன. அவ்வாறே அலுமினவும், சிலிகாவும் நீரில் இருப்பின் எளிதில் செதிள்கள் உண்டாகின்றன. இவ் வகை செதிள்கள் உண்டாவதால் கொதி கலன்களின் செயல் திறன் வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகின்றது. அதிக அழுத்தத்தில் செயல்படும் கொதிகலன்களில் மிக எளிதில் செதிள்கள் படிகின்றன. இவற்றில் பயன்படுத்தப்படும் நீரிலுள்ள சிலிகாவை நன்கு கட்டுப்படுத்தவேண்டும்.

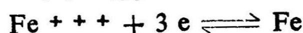
காகிதத் தொழிற்சாலையில் பெருமளவில் நீர் தேவைப்படு கின்றது. இத் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும் நீரிலும், சிலிகாவின்

அளவு கட்டுப்படுத்தப்படவேண்டும். அதிக அளவில் சிலிகா நீரிலிருப்பின், அவை காகிதங்களில் தங்கிவிடுகின்றன. இதனுல் காகிதம் சில நாட்களில் நொருங்கும் தன்மையைப் பெற்று விடுகின்றது.

சூழ்நிலையிலுள்ள பொருள்களைத்திரிதல் அடையச் செய்வதற்காகத் திரிதல் பொருள்கள் சேர்க்கப்படும் நிலையில், ஃப்பெரிக் சல்ஃபேட்டை (Ferric sulphate) திரிதல் பொருளாகப் பயன்படுத்திஞல், நீரில் கரைந்துள்ள சிலிகாவும் நீக்கப்படுகின்றது. இந் நிகழ்ச்சி திறம்பட நடைபெற நீரின் pH மதிப்பு 9 லிருந்து 10 ஆக இருக்கவேண்டும். ஃபெர்ரிக் சல்ஃபேட் கரைசலிலுள்ள அயனிகள் சூழ்நிலையிலுள்ள துகள்களின் மின்சுமைகளை முறிக்கப் பயன்படுவதுடன், நீருடன் வினையுற்று வழவழப்பான, அதிக புறப்பரப்புள்ள ஃபெர்ரிக் ஹைட்ராக்சைடு வீழ்படிவையும் கொடுக்கின்றது. இவ் வீழ்படிவுடன் நீரில் கரைந்துள்ள சிலிகா பௌதிக விசைகளாக இணைகின்றன. இவ் வீழ்படிவுடன் வேதி வினைகளாலும் நீரில் கரைந்துள்ள சிலிகா வினையுற்று, சிலிகேட்டு வீழ்படிவாகப் படிகின்றது.



$$Fe_2(SO_4)_3 \rightleftharpoons 2Fe^{+++} + 3SO_4^{--}$$



$$Fe^{+++} + 3e \rightleftharpoons Fe$$



$$Fe^{+++} + 3H \cdot OH \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + 3H^+$$



$$2Fe(OH)_3 + 3SiO_2 \rightarrow Fe_2(SiO_3)_3 \downarrow + 3H_2O$$

சுண்ணும்பு - சோடா முறையில், நீரின் வன்மை நீக்கப்படும் பொழுது மக்னீசியம் ஹைட்ராக்சைடு வீழ்படிவாகப் படிகின்றது. இவ் வீழ்படிவும், அதனுடைய பௌதிகத் தன்மையாலும் வேதித் தன்மையாலும், நீரில் கரைந்துள்ள சிலிகாவுடன் வினையுற்று சிலிகாவை நீக்குகின்றது.

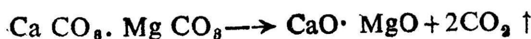


$$Mg(OH)_2 + SiO_2 \rightarrow MgSiO_3 \downarrow + H_2O$$

இவ்வகை நிகழ்ச்சி, நீரில் மக்னீசியம் அயனிகள் இருந்தால் தான் நடைபெறும். பண்படுத்தவேண்டிய நீரில் போதுமான அளவு மக்னீசியம் அயனிகள் இல்லாமலிருந்தால் சுண்ணும்பு-சோடா முறையில் தேவைப்படும் சுண்ணும்பை, டாலமைட் (Dolomite) என்ற கனிமத்திலிருந்து பெறுகின்றனர்.

டாலமைட் என்னும் பொருள் கால்சியம் கார்பனேட்டும், மக்னீசியம் கார்பனேட்டும் கலந்துள்ள கனிமம். அதனைச் சூடு

படுத்தி, சுட்ட சுண்ணாம்பைப் பெறுகின்றனர். சுட்ட சுண்ணாம்பு நீருடன் வினையுற்று நீர்த்த சுண்ணாம்பைக் கொடுக்கின்றது. இது டாலமைட் கனிமத்திலிருந்து பெறப்படுவதால், இதில் மக்னீசியம் ஆக்சைடு பெருமளவில் இருக்கும்.



$$CaCO_3 . MgCO_3 \longrightarrow CaO \cdot MgO + 2CO_2 \uparrow$$

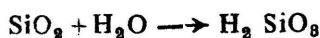


$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$



$$MgO + SiO_2 \longrightarrow MgSiO_3$$

அயனி பரிமாற்று முறையில் பயன்படுத்தப்படும் நேர் அயனி மாற்றுப் பிசின்களில், சில சிறப்பு வகைகளை எடுத்துக்கொண்டு நீரில் கரைந்துள்ள சிலிகாவை நீக்கலாம். இவ் வகை நேர் அயனி மாற்றிகள் வீரிய மிக்க காரப் பொருள்களாக இருக்க வேண்டும்.



$$SiO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2SiO_3$$



$$H_2SiO_3 + R_4N.OH \longrightarrow R_4NHSiO_3 + H_2O$$

அயனி மாற்று முறையைப் பயன்படுத்தி மற்றுமொரு எளிய முறையிலும் நீரில் கரைந்துள்ள சிலிகாவை நீக்கலாம். இம் முறையில் நீரில் கரைந்துள்ள சிலிகாவை ஓர் அணைவு அயனியாக மாற்றி, பின் அந்த அயனி பரிமாற்று முறையில் நீரிலிருந்து நீக்கப்படுகின்றது.

பண்படுத்தவேண்டிய நீருடன் சோடியம் ∴ புளூரைடு கரைசலைக் கலந்து, எதிர் அயனிமாற்று அறையின் வழியாகச் செலுத்தினால், ஹைட்ரஜன் புளூரைடு உண்டாகிறது. இச் சேர்மம் நீரிலுள்ள சிலிகாவுடன் வினையுற ∴ புளூவோ சிலிகேட் என்ற அணைவு அயனி உண்டாகின்றது. இந்த அயனி நேர் அயனி மாற்றிகளினால் ஈர்க்கப்படுகின்றது. இதற்குப் பதிலாக ஹைட்ராக்சைடு அயனி விடுபடுகின்றது.



$$NaF \longrightarrow Na^+ + F^-$$



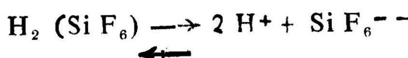
$$-SO_3H + Na^+ \longrightarrow -SO_3Na + H^+$$



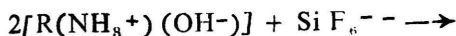
$$H^+ + F^- \rightleftarrows HF$$



$$6HF + SiO_2 \longrightarrow H_2(SiF_6) + 2H_2O$$



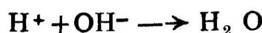

$$H_2\,(Si\,F_6) \rightleftharpoons 2\,H^+ + Si\,F_6^{--}$$



$$2[R(NH_3^+)\,(OH^-)] + Si\,F_6^{--} \longrightarrow$$



$$[R_2\,(NH_3)_2\,(Si\,F^{--})] + 2\,OH^-$$




$$H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2\,O$$

(6) எண்ணெய்ப் பொருள்கள்

மழை நீரில் எண்ணெய்ப் பொருள்களிருப்பதில்லை; மற்ற இயற்கை நீர்களிலும் எண்ணெய்ப் பொருள்கள் சாதாரணமாகக் காணப்படுவதில்லை. ஆற்று நீரில், கழிவு நீர் கலக்கப் படுவதால் சிறிதளவு இவைகள் காணப்படுகின்றன. நீரேற்றுப் பம்புகளில் பயன்படுத்தப்படும் மசவு எண்ணெய்கள் பம்புகளின் வழியாகச் செலுத்தப்படும் நீரில் மாசுக்களாகக் காணப்படுகின்றன. தொழிற்சாலைகளில் இயங்கும் இயந்திரங்களிலிருந்து வெளியேறும் எண்ணெய்ப் பொருள்கள் தொழிற்சாலைக் கழிவு நீரில் சேர்ந்து, ஆற்று நீருடனும் பிறவகை நீருடனும் கலக்கின்றன.

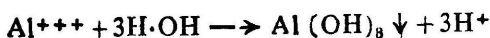
கொதி கலன்களில் பயன்படுத்தப்படும் நீரில் எண்ணெய்ப் பொருள்களிருப்பின், நுரையைத் (Foaming) தருகின்றது. சில சமயங்களில் கொதி கலன்களில் முதனிகழ்ச்சி (Priming) எனத் தொழிற்றுறையில் அழைக்கப்படும் நிகழ்ச்சி நடைபெறுகின்றது. இதில் நீராவியுடன் கொதி நீரும் நீராவிக் குழாய்களின் வழியாக வெளியேறும். இதனுல் நீராவியின் செயல் திறன் வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகின்றது. இத்தகைய நிகழ்ச்சிகள் நீரில் எண்ணெய்ப் பொருள்கள் இருப்பதால்தான் சுலபமாக ஏற்படுகின்றது. இவைகள் நிகழாதிருக்க எண்ணெய்ப் பொருள்களை நீக்க வேண்டும்.

நீரிலுள்ள கூழ்ப்பொருள்களை நீக்குவதற்கு ஆலம் என்ற பொருளைப் பயன்படுத்தும்பொழுது எண்ணெய்ப் பொருள்களும் நீக்கப்படுகின்றன. எண்ணெய்ப் பொருள்கள் அதிக அளவில் இருந்தால் சிறிதளவு சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு கரைசலையும் திரிதல் நிகழ்ச்சி நடக்கும் பொழுது சேர்க்க வேண்டும். இவற்றினுல் அதிக புறப்பரப்புள்ள வழவழப்பான அலுமினியம் ஹைட்ராக்ஸைடு வீழ்படிவாக ஆகின்றது. இவ் வீழ்படிவின் புறக் கவர்ச்சி விசைகளினுல் நீரில் மிதக்கும் எண்ணெய்ப் பொருள்கள் ஈர்க்கப் படுகின்றன. வீழ்படிவுடன் நிகழும் பௌதிக

வினைகளினால் எண்ணெய்ப் பொருள்கள் இம் முறையில் நீக்கப் படுகின்றன.



$$Al_2(SO_4)_3 \rightleftharpoons 3\,Al^{+++} + 2\,SO_4^{--}$$



$$Al^{+++} + 3H\cdot OH \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow + 3H^{+}$$

$Al(OH)_3$ + எண்ணெய்ப் பொருள்கள் $\rightarrow$ வீழ்படிவுகளுடன் எண்ணெய்ப் பொருள்கள்

வீழ்படிவுகளைப் படியவைத்து நீரை வடிகட்டி எண்ணெய்ப் பொருள்கள் நீக்கப்படுகின்றன.

நீரில் எண்ணெய்ப் பொருள்கள்மட்டும் மாசுகளாக இருந்து அவற்றை நீக்கவேண்டியிருந்தால், வடிகட்டுதல் நிகழ்ச்சியை மட்டும் சிறிது மாற்றியமைத்துக் கொள்ளுதல் வேண்டும். எண்ணெய்ப் பொருள்கள் முழுமையும் அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடால் ஈர்க்கப்பட்ட வீழ்படிவு ஏற்பட்டவுடன், நீரைப் பல்வகை பருமனளவுள்ள நிலக்கரிப் படுகையின் வழியே வடிகட்ட வேண்டும். அலுமினியம் ஹைட்ராக்ஸைடு படுகையில் தங்கி விடும்.

சில வடிகட்டுதல் நிகழ்ச்சிகளுக்குப் பிறகு வடிகட்டும் படுகையின் இடுக்குகளை வழவழப்பான அலுமினிய ஹைட்ராக்சைடு வீழ்படிவுகள் அடைத்துவிடுகின்றன. இதனால் படுகையின் செயல் திறன் மிகவும் குறைகின்றது. இந் நிலையில் படுகையின் மேல் அடர் சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு கரைசலைச் செலுத்தினால், அலுமினியம் ஹைட்ராக்ஸைடு வீழ்படிவுகள் காரக்கரைசலில் கரைந்துவிடுகின்றன. பின் வடிபடுகை முன்போலவே மீண்டும் செயல் திறன் உள்ளதாக மாறுகின்றது.

நீர் அநேகமாக எல்லாத் தொழிற்சாலைகளுக்கும் தேவைப்படுகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட தொழிற்சாலைக்குத் தேவைப்படும் நீரின் அளவு, அத்தொழிற்சாலையில் உண்டாக்கப்படும் பொருள்களின் தன்மைகளைப் பொருத்தும், அவற்றின் அளவுகளைப் பொருத்துமுள்ளது. தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும் நீரை அதன் உபயோகத்தைப் பொருத்து நான்கு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அவைகளாவன.

1. கொதிகலன்களுக்கு பயன்படும் நீர் ;

2. இயந்திரங்களின் வெப்ப நிலையைக் குறைக்கப் பயன் படும் நீர்;

3. செயல் முறையில் பயன்படும் நீர்;

4. பொது உபயோகத்திற்கான நீர்.

அனேகமாக எல்லாத் தொழிற்சாலைகளிளும் மேலே கூறிய நான்கு வகை நீர்களும் தேவைப்படுகின்றன. கொதி கலன்களுக்கும், இயந்திரங்களைக் குளிர்விக்கவும், பொது உபயோகத்திற்கும் பயன்படும் நீர் வகைகளின் தன்மைகள் எல்லாத் தொழிற்சாலைகளிலும் ஒரே மாதிரியாகவே இருக்க வேண்டும். செயல் முறையில் பயன்படும் நீரின் தன்மைகள் மட்டும் தொழிற்சாலையில் உற்பத்தியாகும் பொருள்களின் தன்மைகளைப் பொருத்திருக்கின்றன.

1. கொதி கலன்களுக்கு பயன்படும் நீர்

பெரும்பாலான தொழிற்சாலைகளில் கொதிகலன்களில் நீரை ஆவியாக்கி, அதிலிருந்து கிடைக்கும் நீராவியை இயந்திரங்களை இயக்கவும், வெப்பப்படுத்தவும், வேறு வகை ஆற்றல்களைப் பெறவும் காற்றிலுள்ள ஈரத்தின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தவும், வேறு சில செயல் முறைகளுக்கும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

கொதி கலன்களை "மாசுப் பொருள்களை அடர்வாக்கும் கலன்கள்" என்றும் கூறலாம். கொதி கலன்களுக்குள் செல்லும் நீரில் சிறிதளவு மாசுப் பொருள்கள் இருந்தாலும் கலன்களிலிருந்து நீராவியைப் பெறும்பொழுது, தூயநீர் மட்டும் கொதிகலன்களை விட்டு வெளியேறுகின்றது. மாசுப் பொருள்கள் கொதி கலன்களில் தங்கிவிடுகின்றன. தொடர்ந்து இந்த நிகழ்ச்சி நடை பெறுவதால் நீரிலுள்ள மாசுகளின் சதவீதம் அதிகமாகிக் கொண்டேயிருக்கும். எனவே கொதிகலன்களுக்கு பயன்படுத்தும் நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்களை வெகுவாகக் குறைக்கவேண்டும்.

தற்காலத்தில் பல தொழிற்சாலைகளில், நீராவியை அதிக அழுத்தத்தில் பெறுவதற்காக, சிறப்புமிக்க கொதி கலன்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இவ்வகைக் கொதி கலன்களில் உட்புகும் நீர் சில நிமிடங்களில் ஆவியாக மாற்றப் படுகின்றது. இக்

காரணத்தால் கொதி கலன்களில் தங்கும் நீரில் மாசுப் பொருள்களின் சதவீதம், வெகு வேகமாக அதிகரிக்கின்றது. இவ்வகைக் கொதி கலன்களில் பயன்படுத்தப்படும் நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்களை மிகவும் கட்டுப்படுத்தவேண்டும்.

கொதி கலன்களில் ஏற்படக்கூடிய இன்னல்களையும், அவற்றிக்குக் காரணங்களாக இருக்கும் மாசுப் பொருள்களையும், பொறியியல் வல்லுநர்கள் நன்கு அறியவேண்டும். இவ்வித இன்னல்களைத் தவிர்க்கக் கொதிகலன்களுக்குப் பயன்படும் நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்களைத் தகுந்த முறையில் நீக்க வேண்டும். மாசுப் பொருள்களால் ஏற்படும் இன்னல்களை ஆறு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன :

(a) சகதி (Sludge)
(b) செதிள் (Seale)
(c) முதநிகழ்ச்சி (Priming)
(d) நுரைதல் (Foaming)
(e) அரிமானம் (Corrosion)
(f) காரப் பொடியாகுதல் (Caustic embittlement)

(a) சகதி

கொதி கலன்களில் படியும் திண்மப் பொருள்களை அவற்றின் தன்மைகளுக்கேற்பச் சகதியென்றும், செதிள் என்றும் இரு வகையாகக் கூறுவதுண்டு. சகதி எனப்படும் திண்மப் பொருட்கள் கொதி கலன்களில் உட்புறச் சுவர்களில் ஒட்டிக்கொள்ளாமல் கலன்களின் கீழ்த்தளத்தில் படியும் குணம் கொண்டவை. கலன்களில் உட்புறச் சுவர்களில் தளர்ச்சியாகப் பிடிபட்டுள்ள திண்மப் பொருள்களையும் சகதியென அழைக்கலாம்.

நீரிலுள்ள உலோக பைகார்பனேட்கள், வெப்பத்தால் சிதைவுறுவதால் ஏற்படும் கார்பனேட் வீழ்படிவுகளே முக்கிய சகதிப் பொருள்களாகக் காணப்படுகின்றன.



$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$



$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$

கரை திறன் மிகக் குறைவாக உள்ள கால்சியம் சல்ஃபேட் மக்னீசியம் ஹைட்ராக்சைடு போன்ற பொருள்களும், சகதிகளாகப் படிகின்றன.

கொதி கலன்களில் பயன்படுத்தும் நீரில் மிகச் சிறிய அளவு மாசுப் பொருள்கள் தொங்கல் அல்லது கூழ் நிலையிலிருப்பினும் அவைகளின் செறிவு, கொதி கலன்கள் செயல்படும்பொழுது அதிகமாகிக் கொண்டே இருக்கும். நீரின் வெப்பநிலை உயர்வினால் தொங்கல் நிலையிலுள்ள பொருள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று எளிதில் மோதி, அவற்றின் பருமனளவு அதிகரிக்கின்றது. இவ்வாறு உண்டான பெரிய துகள்கள் சகதியாகக் கீழே படிகின்றது.

கூழ்நிலையிலுள்ள பொருள்களும், வெப்பநிலை உயர்வினால் திரிதல் அடைகின்றன. எனவே இவ்வகைப் பொருள்களும் சகதியாகக் கொதி கலன்களின் கீழ்தளத்தில் படிகின்றன.

நீரில் கரைந்துள்ள பலவகைக் கனிம பொருள்களின் செறிவு, நீர் ஆவியாவதால் அதிகமாகின்றது. இவ்வாறு தொடர்ந்து ஏற்படும் செறிவு ஏற்றம், அவற்றின் கரைதிறன் பெருக்கத்தின் அளவைத் தாண்டும்பொழுது, அவைகளும் திண்மப் பொருள் களாக படிகின்றன. இவற்றில் பெரும்பாலான பொருள்கள் சகதிகளாகவே படிகின்றன.

கால்சியம் சல்ஃபேட் போன்ற சில கனிமப் பொருள்களின் கரை திறன் வெப்பம் அதிகமாகும்பொழுது குறைவதால், இவ்வகைப் பொருள்களும் கொதிகலன்களில் சகதிப் பொருள் களாகப் படிகின்றன.

சகதிகள், கனிமச் சேர்மங்களாக இருப்பதால் இவற்றின் வெப்பம் கடத்தும் திறன் மிகக் குறைவு. பொதுவாக, கொதி கலன்களின் அடிப் பாகத்தில் உலைகள் அமைக்கப்படுகின்றன. வெப்பம் கடத்தல் முறையில் கொதிகலன்களின் புறப் பரப்பிலிருந்து அகப்பரப்பிற்குச் செல்லுகின்றது. ஆனால் கலன்களின் அடிப்பாகத்திலுள்ள சகதிகள், உலையிலிருந்து நீருக்கு வெப்பம் செல்வதைத் தடை செய்கின்றன. இதனால் உலையில் எரிபொருள்களை அதிக அளவில் உபயோகப்படுத்த வேண்டியுள்ளது.

கொதி கலத்திலுள்ள நீரினுள், வெப்பம் சலன முறையில் கடத்தப் படுதலால், கலத்திலுள்ள நீரில் ஒரு வகையான சலனம் ஏற்படுகின்றது. சகதியாகப் படிந்துள்ள திண்மப் பொருள்களும் ஒரே இடத்தில் படிந்தில்லாமல் இங்கும் அங்கும் நகருகின்றது. இதனால் சகதிப் பொருள்களின் தடிப்பு ஒரே அளவாக இருப்பதில்லை, சகதி வெப்பத்தை அரிதில் கடத்தும் பொருளாக இருப்பதால், அதிக தடிப்பாகப் படிந்துள்ள பாகத்தில் வெப்பக்

கடத்தல் எளிதில் ஏற்படுவதில்லை. அந்த இடத்திலுள்ள கொதி கலனின் பாகம் மிக அதிக அளவில் வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வாறாக நீரோட்டத்தினால் சகதி நகரும்பொழுது வெப்பம் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் அதிக அளவில் தாக்குகின்றது.

இதனால் அந்த இடத்தில் அதிக அளவில் நீராவி உண்டாகி வெளியேறுகிறது. நீராவியுடன் நீரும் சக்திப் பொருள்களும் துள்ளி, நீர் மட்டத்துக்கு மேல் தூக்கி எரியப்படுகின்றன. இந் நிகழ்ச்சியினால் முதனிகழ்ச்சி ஏற்படுகிறது. துள்ளி எழுந்த சக்தி நீராவி வெளியேறும் குழாய்களின் வாயிலை அடைந்தால், நீராவி வெளிச் செல்லுவது தடைப்படுகின்றது. நீராவி முழு அளவில் வெளியேற முடியாதாகையால் கொதிகலன்களின் உட்புறத்தில் சேர்ந்து, அதிக அழுத்தத்தை உண்டுபண்ணுகின்றது. சில சமயங்களில் கொதிகலன்கள் வெடித்து விபத்துகள் ஏற்படுவ தற்கு இந்நிகழ்ச்சிகள் காரணங்களாக இருக்கின்றன.

கொதிகலன்களில் சகதிகள் ஏற்படாமலிருக்க, தொங்கல் நிலை யிலும் கூழ்நிலையிலுமுள்ள மாசுப் பொருள்கள் நீக்கப்பட வேண்டும். பைகார்பனேட்டுகள், உலோக உப்புக்கள் போன்ற நீரில் கரைந்துள்ள கனிமப்பொருள்களின் அளவும் மிகவும் கட்டுப் படுத்தப்படவேண்டும்.

(b) செதில்

கொதி கலத்தின் நீரிலுள்ள கனிமப் பொருள்களின் செறிவு தொடர்ந்து அதிகரிப்பதால், எல்லாக் கரை பொருள்களும் ஏதாவது ஒரு நிலையில் திண்மப் பொருள்களாகப் படிகின்றன. இவ்வாறு படியும் திண்மப்பொருள்கள், கொதிகலன்களின் சுவர் களின் உட்புறத்தில் நன்கு ஒட்டிக்கொண்டிருந்தால் அவற்றை செதிள்கள் என்று அழைக்கின்றோம். பலவகையான அயனி கள் நீரிலிருப்பதால் செதிள்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட சேர்மமாக இருப்பதில்லை. பலவித சேர்மங்கள் ஒருங்கே படிவதால் ஏற்படும் திண்மப் பொருளாக இருப்பதால் இது ஒரு அணைவு திண்மப் பொருளாகவும் இருக்கின்றது. இதில் பங்கு பெறும் அயனிகளின் பருமனளவு வேறுபட்டிருப்பதாலும் இது மிக பலம் பொருந்திய கடின திண்மப் பொருளாக அமைகின்றது.

செதில் உண்டாகும் முறை

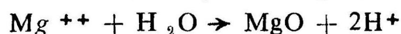
கொதிகலன்களின் உட்புறச் சுவரில் நீராவிக் குமிழிகள் உண்டாகின்றன. நீர்த்துளி நீராவியாக மாறும்பொழுது நீரில் கரைந்துள்ள பொருள்களின் செறிவு அதிகமாகிக் கொண்டே

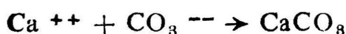
வந்து, தெவிட்டிய கரைசல் நிலையை அடைந்தவுடன் திண்மப் பொருளாக ஒரு வளைய வடிவில் படிகின்றது. கொதி கலத்திலுள்ள நீர், தெவிட்டிய கரைசலாக இருப்பின் வளையத்திலுள்ள திண்மப் பொருள் நீரில் கரையாமல் இருக்கின்றது. இவ்வாறு படியும் திண்மப் பொருள், அதிக வெப்பநிலையில் குறைவான கரைதிறனைப் பெற்றுள்ள கால்சியம் சல்ஃபேட் போன்ற பொருள்களாயிருப்பினும் நீரில் கரையாது. தொடர்ந்து நீராவிக் குமிழ்கள் கொள் கலத்தின் சுவர்களிலிருந்து விடுபடுவதால், பல வளைய உருவங்களில் திண்மப் பொருள்கள் படிகின்றன. இவ்வாறு அமையும் வலை பின்னியது போன்ற அமைப்பைக் கொண்ட திண்மப் பொருள்கள், அதிக வெப்ப நிலையிலுள்ள கொதிகலன்களின் சுவர்களின் அருகாமையிலுள்ள நீரிலிருந்து, திண்மப் பொருள்கள் படிகங்களாகப் படிவதற்குக் கருக்களாக அமைகின்றன. இக்காரணங்களால் திண்மப்படுகையின் குறுக்களவு அதிகமாகி, கொள்கலத்தின் உட்பக்கத்தில் தொடர்ச்சியாக நன்கு ஒட்டிக் கொள்கின்றது.

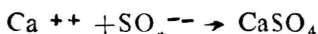
தொழிற் சாலைகளில் நீராவியைத் தயாரிக்கும் சாதாரண கொதிகலன்களில் ஒரு மணிக்கு சுமார் 20,000 லிட்டர் நீர் ஆவியாக மாற்றப்படுகின்றது இதே பருமனளவுள்ள, 300கி. கிராம்/செ.மீ. அழுத்தமுள்ள நீராவியை அடைய 100,000 லிட்டர் நீர் ஒரு மணிக்கு ஆவியாக்கப்படவேண்டும். எனவே அதிக அழுத்தத்தில் நீராவி தயாரிக்கப்படும்பொழுது செதிள்களும் அதிக வேகத்தில் உண்டாகின்றன.

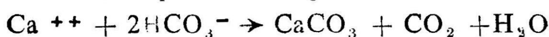
செதில்கள் உண்டாகும் வேதி வினைகளைக் கீழ்க்காணும் சில சமன்பாடுகளினால் குறிக்கலாம்:

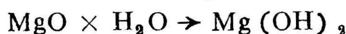

$$2Fe^{+++} + 3H_2O \rightarrow Fe_2O_3 + 6H^+$$

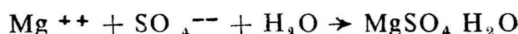

$$Mg^{++} + H_2O \rightarrow MgO + 2H^+$$

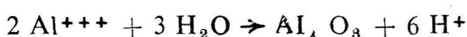

$$Ca^{++} + CO_3^{--} \rightarrow CaCO_3$$

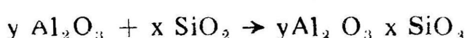

$$Ca^{++} + SO_4^{--} \rightarrow CaSO_4$$

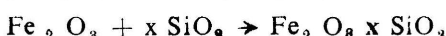

$$Ca^{++} + 2HCO_3^{-} \rightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$


$$MgO \times H_2O \rightarrow Mg(OH)_2$$


$$Mg^{++} + SO_4^{--} + H_2O \rightarrow MgSO_4\,H_2O$$


$$2Al^{+++} + 3H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 6H^+$$


$$y\,Al_2O_3 + x\,SiO_2 \rightarrow yAl_2O_3\,x\,SiO_2$$


$$Fe_2O_3 + x\,SiO_2 \rightarrow Fe_2O_3\,x\,SiO_2$$

இவ்வாறு ஏற்படும் பல கனிமப் பொருள்களில், மக்னீசியம், கால்சியம், சல்ஃபேட்டுகளும், உலோக சிலிகேட்டுகளும் முக்கிய மாக செதில்களில் காணப்படுகின்றன. கொதிகலன்களின் செதில்களிலுள்ள பலபொருள்களின் அளவைத்தகுந்த பகுப்பியல் வினைகள் மூலம் அறியலாம்.

கொதிகலன் செதில்களின் பகுப்பு

தொழிற் சாலையில் பயன்படும் கொதிகலனின் உட்புறச் சுவரில் படிந்துள்ள செதிலின் ஒரு பகுதியை எடுத்துக் கொள். அகேட் பளிங்கு கல்வமும் குழவியும் கொண்டு, செதிலை நன்கு பொடி செய்துகொள். சுமார் 5 கிராம் எடையுள்ள பொடியை எடுத்துக் கொள்.

ஈரம்

ஒரு பிளாட்டினப் புடக் குகையின் எடையைத் துல்லியமாகக் காண்க. புடக் குகையில், செதில்களில் சுமார் ஒரு கிராம் உள்ள தூள்களை எடுத்துக் கொண்டு, அதன் எடையைக் காண்க. மூடியைச் சிறிது திறந்து வைத்தபடி புடக்குகையைச் சுமார் $105° \pm 2°$ C வெப்பநிலையில் சுமார் ஒரு மணி நேரம் சூடு செய்க பின் ஒரு உலர்த்தும் பாத்திரத்தில் குளிரச் செய்து, எடையைக் காண்க. அடுத்தடுத்து காணப்படும் இரண்டு எடைகள் சமமாக இருக்கும்வரை, சூடு செய்தல், குளிர்வித்தல், எடைகாணுதல் முதலியவற்றைத் தொடர்ந்து செய்க.

கணக்கிடல்

புடக் குகையின் எடை $= W_1$ கிராம்

புடக்குகை + செதிள் தூளின் எடை $= W_2$ கிராம்

புடக்குகை + செதில் தூளின் (சூடு செய்த பிறகு) நிலையான எடை $= W$ கிராம்

செதிலின் எடை $= W_2 - W_1$ கிராம்

உலர்ந்த செதிலின் எடை $= W_3 - W_1$ கிராம்

ஈரத்தின் எடை $= (W_2 - W_1) - (W_3 - W_1)$

$= W_3 - W_2$

ஈரத்தின் சதவீதம் $\frac{W_3 - W_2}{W_2 - W_1} \times 100$

$= M^1$ என்க.

எண்ணெய்ப் பொருட்கள்

முன் சோதனையில் கிடைத்த உலர்ந்த செதிள் தூள்களை ஒரு சாக்சலெட் சாறு இறக்கும் சாதனத்தில் (Soschlet extractor) வைத்து, சுமார் 50 க. செ. மீ. ஈதரைச் சேர்த்து செதிள் தூள்களைச் சூடு செய்க. சுமார் 30 நிமிடங்களுக்குப் பிறகு. எண்ணெய்ப் பொருள்களை ஈர்த்துள்ள ஈதர் முழுவதையும் ஒரு எடை தெரிந்த முகவையில் வடித்துக்கொள். முகவையை ஒரு நீர்த் தொட்டியின் மேல் வைத்துச் சூடுச் செய்க. ஈதர் முழுவதும் வெளியேறிய பின் முகவையிலுள்ள எண்ணெய்ப் பொருளுடன் அதன் எடையைக் காண்க.

கணக்கிடல்

முகவையின் எடை	— w_4 கிராம்
முகவை + எண்ணெய் பொருள்களின் எடை	— w_5 கிராம்
செதிளின் எடை	— $w_2 - w_1$ கிராம்
எண்ணெய்ப் பொருள்களின் எடை	— $w_5 - w_4$ கிராம்
எண்ணெய்ப் பொருள்களின் சதவீதம்	$= \frac{w_5 - w_4}{w_2 - w_1} \times 100$

கரிமப் பொருள்களும், ஆவிப் பொருள்களும்

ஒரு பிளாட்டினப் புடக் குகையின் எடையைக் காண்க. சுமார் ஒருகிராம் எடையுள்ள செதில் தூள்களைப்புடக் குகையில் எடுத்துக் கொண்டு, அதன் எடையைக் காண்க. செதிள் தூள்களிலுள்ள கரிமப் பொருள்கள் யாவும் எரிந்து, அழியும் வரையிலும், புடக் குகையை நன்கு வெப்பப்படுத்து. ஆவிப் பொருள்களையும், கரிமப் பொருள்களையும் இழந்த செதிள் தூள்களின் நிலையான எடையைக் காண்க.

கணக்கிடல்

புடக் குகையின் எடை	= a கிராம்
புடக் குகை + செதிள் தூளின் எடை	= b கிராம்
புடக் குகை + செதிள் தூள் (கரிமப் பொருள்களும், ஆவிப் பொருகளும் வெளியேறிய பின்) எடை	= c கிராம்
செதிளின் எடை	= b—a கிராம்

கரிம, ஆவிப் பொருள்களின் எடை = b—c கிராம்

ஈரத்தின் சதவீதம் முன் கணக்குப்படி = M′

கரிமப் பொருள்கள் + ஆவிப் பொருள்களின் சதவீதம் பொருள் $= \left[\frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100\right] - M'$

சிலிகா பொருள்கள்

முன் சோதனையில் புடக் குகையிலுள்ள செதிள் தூள்களை அளவறிவாக ஒரு 500 க. செ. மீ. கொள்ளளவுள்ள முகவையில் மாற்றிக் கொள். முகவையில் சுமார் 100 க. செ. மீ. வாலை வடி நீரும், 10 க. செ. மீ. அடர் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலமும் கலந்து முகவையிலுள்ள கலவையைக் கொதிக்க வை. செதிள் தூள்களின் பெரும் பாகம் கரைந்துவிடும். சிலிகா பொருள்கள் மட்டும் அமிலத்தில் கரையாமல் முகவையில் தங்கிவிடும். முகவையிலுள்ள நீர்மத்தை, சாம்பலற்ற அளவறி வடிதாளின் வழியே வடித்து; வடிநீரை அளவறிவாக ஒரு முகவையில் பெற்றுக்கொள். வடிதாளை, அதில் தங்கியுள்ள சிலிகா பொருள்களுடன், எடை தெரிந்த ஒரு பிளாட்டினப் புடக்குகைக்கு மாற்று. புடக்குகையை நன்கு வெப்பப்படுத்தி, அதிலுள்ள திண்மப் பொருள்களின் நிலையான எடையைக் காண்க.

கணக்கிடல்

எடுத்துக்கொண்ட செதிளின் எடை (முன் சோதனைப்படி) = கிராம்(b—a)

பிளாட்டின புடக்குகையின் எடை = w கிராம்

பிளாட்டின புடக்குகை + சிலிகா பொருளின் எடை = w_1 கிராம்

சிலிகா பொருள்களின் சதவீதம் = $w_1 - w$ கிராம்

சிலிகா பொருள்களின் சதவீதம் $= \frac{w_1 - w}{b - a} \times 100$

அலுமினிய, இரும்பு ஆக்சைடுகள்

முன் சோதனையில் அளவறி வடிவாகப் பெற்ற வடிநீருடன், சுமார் 10 கிராம் அம்மோனியம் குளோரைடு திண்மப் பொருளைக் கலந்து, தொடர்ந்து அம்மோனியா கரைசலை, நீர்மம் காரத் தன்மையாக மாறும்வரை கலந்துகொள். அலுமினிய இரும்பு

ஹைட்ராக்சைடுகள் மட்டும் வீழ்படிவாகக் கிடைக்கின்றன. வீழ்படிவைப் படியவைத்து, ஒரு அளவறி வடிதாளின் வழியாக வடிகட்டு. வடிநீரை மற்றொரு முகவையில் அளவறிவாகச் சேகரித்துக் கொள்.

ஹைட்ராச்சைடு தங்கியுள்ள வடிதாளை, எடை தெரிந்த புடக்குகைக்கு மாற்று. புடக்குகையை வெப்பப்படுத்தி, வடிதாளை எரித்து, ஹைட்ராக்சைடுகளை ஆக்சைடுகளாக மாற்று. இவற்றின் நிலையான எடையைக் காண்பதன் மூலம், அலுமினிய, இரும்பு ஆக்சைடுகளின் எடையைக் காண்க.

கணக்கிடல்

அலுமினிய, இரும்பு ஆக்சைடு = d கிராம் என்க.

ஆக்சைடுகளின் (Fe_2O_3, Al_2O_3) சதவீதம் $= \frac{d}{b-a} \times 100$

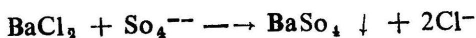
கால்சியம் ஆக்சைடு

முன் சோதனையில் அளவறிவாகப் பெற்ற வடிநீரிலுள்ள கால்சியம் அயனியையும், தொடர்ந்து மக்னீசியம் அயனியையும் தகுந்த வீழ்படிவுகளாகப் படியச்செய்து, நீரில் கால்சியம், மக்னீசியம் அயனிகளின் அளவைக் காணும் முறையிலேயே இங்கும் சோதனையைச் செய்து அவைகளின் அளவுகளைக் கணக்கிடுக.

சல்ஃபர்டிரை ஆக்சைடு

சுமார் ஒரு கிராம் எடையுள்ள செதிள் தூள்களின் எடையைத் துல்லியமாகக் காண்க. தூளை ஒரு முகவையில் எடுத்துக் கொண்டு, சுமார் 100 க. செ. மீ. வாலை வடிநீரும் 10 க. செ. மீ. அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமும் கலந்துகொள். கலவையைக் கொதிக்கச் செய்து, பின் வடிகட்டி, வடிநீரை அளவறிவாகப் பெற்றுக்கொள்.

வடிநீருடன் தகுந்த அளவு 10 சதவீத பேரியம் குளோரைடு கரைசலைக் கலந்து, சல்ஃபேட் அயனியை பேரியம் சல்ஃபேட் வீழ்படிவாகப் பெறுக.



$$BaCl_2 + SO_4^{--} \longrightarrow BaSO_4 \downarrow + 2Cl^-$$

உலர்ந்த வீழ்படிவின் எடையைக் காண்க.

கணக்கிடல்

செதிள் தூளின் எடை = x கிராம்

பேரியம் சல்ஃபேட்டின் எடை = yகிராம்

(137 + 32 + 64) கிராம் எடையுள்ள $Ba\ SO_4$-ல்

(32 + 48) கிராம் எடையுள்ள SO_3 இருக்கும்.

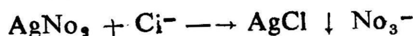
y கிராம் எடையுள்ள $Ba\ SO_4$ல், SO_3ன் அளவு $\Big\} = \frac{y \times 80}{233}$ கிராம்.

சல்ஃபர்டிரை ஆக்சைடின் சதவீதம் $\Big\} = \frac{y \times 80}{233} \times \frac{100}{x}$

குளோரைடு

சுமார் ஒரு கிராம் எடையுள்ள செதிள் தூள்களின் எடையைத் துல்லியமாக காண்க. ஒரு முகவையில் செதிள் தூள்களை எடுத்துக் கொண்டு வாலை வடிநீரும் நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலமும் சேர்த்துக் கொதிக்க வைத்து, பின் வடிகட்டி, அளவறிவாக வடிநீரைச் சேகரித்துக் கொள்.

வடிநீருடன் சில்வர் நைட்ரேட் கரைசலைக் கலந்து, சில்வர் குளோரைடை வீழ்படிவாகப் பெற்றுக் கொள். வீழ்படிவை வடிகட்டி, உலர்த்தி அதன் எடையைக் காண்க.



$AgNo_3 + Ci^- \longrightarrow AgCl \downarrow No_3^-$

கணக்கிடல்

செதிள் தூள்களின் எடை = x^1கிராம்

சில்வர் குளோரைடின் எடை = y^1கிராம்

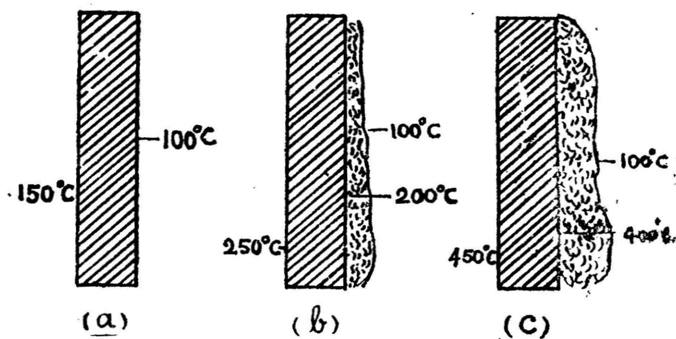
(108 + 35·5) கிராம் எடையுள்ள AgClல் 35.5 கிராம் குளோரின் உள்ளது.

$\therefore y^1$ சில்வர் குளோரைடில் குளோரிடின் அளவு $\Big\} = \frac{y^1 \times 35.5}{143.5}$

குளோரைடின் சதவீதம் $= \frac{y^1 \times 35.5}{143.5} \times \frac{100}{x^1}$

கொதி கலன்களின் உட்புறச் சுவர்களில் செதிள்கள் உண்டாவதால் பலவிதத் தீமைகள் ஏற்படுகின்றன. செதிள் வெப்ப அரிதில் கடத்தியாக உள்ளது. இதனுல் உலையின் வெப்பம் நீருக்கு எளிதில் செல்ல முடிவதில்லை. உலையில் பயன் படுத்தும் எரிபொருள்களை அதிக அளவில் உபயோகப்படுத்த நேரிடுகிறது. 0·1 செ.மீ. தடிப்புள்ள செதிள்கள் உண்டாகுமானுல் சுமார் 5-7 சதவீதம் எரிபொருள்கள் அதிக அளவில் தேவைப் படுகின்றன.

கொதி கலன்கள், இரும்பு, செம்பு போன்ற உலோகங்களின் தகடுகளால் செய்யப்படுகின்றன. இவற்றின் வெப்பம் கடத்தும் திறன் அதிகம். நீரின் கொதிநிலை 100°C ஆக இருப்பதால், கொதி கலன் தகட்டின் (Boiler plate) உட்புறம் சுவர் 100°C வெப்ப நிலையிலிருக்கும். எனவே தகட்டின் வெளிப்புறம் சுமார் 110°—150°C வெப்ப நிலையுள்ளதாகவேயிருக்கும். செதிள்கள் உண்டாவதால் தகட்டின் உட்புறம் ஒரு வெப்ப அரிதில் கடத்திப் பொருளால் பூசப்பட்டதுபோலாகின்றது. அதிக அளவில் எரி பொருளை உபயோகப்படுத்தும்பொழுது உலையின் வெப்பமும் அதிகமாகின்றது. வெப்பம் எளிதில் நீருக்குக் கடத்தப்படாததால் தகட்டின் இருபுறங்களுக்குமுள்ள வெப்ப வித்தியாசம் அதி கரித்துக் கொண்டே போகின்றது.



படம் 10.

படத்தில் காட்டியபடி செதிள்களின் தடிப்பு அதிகமாக அதிக மாக, கொதிகலத்தின் தகடு அதிக வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்தப்படு கின்றது. கொதிகலன் தகடுக்குப் பயன்படும் உலோகங்கள் சுமார் 500°—700° C வெப்பநிலையில் மெதுத் தன்மை அடை

கின்றன. கொதி கலன்களின் உட்பக்கம் நீராவியினுல் அதிக அழுத்தத்திலிருப்பதால், கொதி கலன்களின் தகடுகள் தொய்வு ஆகக்கூடிய சூழ்நிலையில் இருக்கின்றன. இக் காரணத்தாலும் கொதிகலன்கள் வெடித்து விபத்துக்கள் ஏற்படுகின்றன.

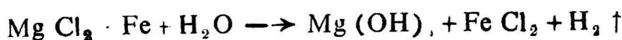
செதிள்கள் பலவகைச் கனிமச் சேர்மங்களால் அடுக்கு அடுக்காக அமைந்துள்ளன. செதிள்களின் இரு பக்கங்களிலு முள்ள வெப்ப வித்தியாசம் அதிகம் ஆகையால், செதிள்களிலுள்ள அடுக்குகள் வேவ்வேறு அளவு வெப்பத்திஞல் விரிவடைகின்றன. இதஞல் செதிள்களில் வெடிப்புகள் ஏற்படுகின்றன. இந்த வெடிப்புகளின் வழியே நீர் பாய்ந்து, அதிக வெப்ப நிலையிலுள்ள (600°C) உலோகத் தகட்டின்மேல் திடீரெனத் தாக்குகின்றது. கொதி கலன் தகடு இரும்பாக இருந்தால் இந்த சூழ்நிலைகளில் வேதி விணைகளில் பங்கு பெற்று மெலிந்து விடுகின்றது,



$$2\,Fe + 3\,H_2O \longrightarrow Fe_2O_3 + 3H_2\uparrow$$

தொடர்ந்து இவ்வாறு பல இடங்களில் கொதிகலன் தகடு மெலிவதால், கொதி கலன்கள் வெடித்து விபத்துக்கள் ஏற்படக் கூடும்.

செதிள்களில் மக்னீசியம் குளோரைடு போன்ற உப்புக்க ளிருப்பின், அதிக வெப்ப நிலையில் அவைகளும் கொதிகலன் தகடுகளுடன் விணையுற்று, தகடுகள் மெலிவதற்குக் காரணமாக இருக்கின்றன.



$$MgCl_2 \cdot Fe + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2 + FeCl_2 + H_2\uparrow$$

இவ்வாறு பல வகையான தீமைகளுக்கும், இன்னல்களுக்கும் காரணமாக செதிள்களிருப்பதால், அவைகள் கொதிகலன்களில் ஏற்படாமலிருக்கும்படிச் செய்யவேண்டும். செதிள்கள் நீரிலுள்ள அயனிகளால் ஏற்படுவதால் அவற்றைத் தகுந்த முறைகளில் நீக்க வேண்டும். கொதி கலன்கள், மாசுகளை அடர்விக்கும் கலன்களாக அமைவதால் மிகச் சிறிய அளவு அயனிகளிருப்பினும், செதிள்கள் உண்டாகும். செதிள்களைவிடச் சகதியின் தீமைகள் குறைவாக இருப்பதாலும், சகதியை எளிதில் வெளியேற்ற முடியு மாதலாலும், செதிள்களை உண்டாக்கக்கூடிய மாசுகள் நீரிலிருந் தால் செதிள்களுக்குப் பதிலாக சகதி உண்டாகும் சூழ்நிலையைக் கொதிகலன்களில் உருவாக்க வேண்டும்.

(c) முதனிகழ்ச்சி

கொதி கலன்களிலிருந்து நீராவி வெளிச் செல்லும் குழாயில், நீர் கலந்த நீராவி வெளியேறுவதை முதனிகழ்ச்சி என அழைக்கின்றோம். நீராவிக் குழாயில் உலர்ந்த நீராவிதான் செல்ல வேண்டும். நீராவியுடன் நீரும் கலந்து செல்லுமானால், நீராவியின் செயல் திறன் வெகுவாகக் குறையும். மேலும், நீராவியிலுள்ள நீர் நீராவிக் குழாயிலுள்ள ஒருவழிக் கதவுகள் போன்ற சாதனங்கள் இயங்குவதற்கு மிகவும் தடையாக இருக்கின்றது.

கொதி கலன்களின் அமைப்பு சரியாக இல்லாததாலும், நீராவிப் போக்கு குழாய்களிலுள்ள ஒரு வழிக் கதவுகளை சரியான முறையில் இயக்காததாலும், முதனிகழ்ச்சி ஏற்படக்கூடும். கொதி கலத்தில் சகதிகள் சேருவதாலும் முதனிகழ்ச்சி ஏற்படுகின்றது. எனவே சகதி அதிக அளவில் கொதிகலன்களில் சேராமலிருக்கும் படிப் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும்.

(d) நுரைதல்

கொதி கலத்திலுள்ள நீரில் சில சமயங்களில் அதிக அளவில் நுரைதல் ஏற்படக் கூடும். நுரைதல் ஏற்பட்டால் முதனிகழ்ச்சி ஏற்படுகின்றது.

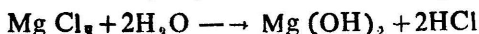
நுரைதலுக்குக் காரணம் நீர் புறப்பரப்பின் இழுவிசை குறைவதேயாகும். கொதி கலன்களின் நீரின் புறப்பரப்பு இழுவிசை குறைவதற்கு அதிலுள்ள எண்ணெய் பொருள்களும், அதிக அளவில் கரைந்துள்ள கனிமப் பொருள்களும் காரணமாக இருக்கின்றன. எனவே கொதி கலன்களில் நுரைதல் ஏற்படாதிருக்க வேண்டுமானால், நீரிலுள்ள எண்ணெய் பொருள்கள், இவற்றின் அளவுகளை வெகுவாகக் குறைக்க வேண்டும்,

நீரின் புறப்பரப்பு இழு விசையை அதிகப் படுத்தும் சேர்மங்களைச் சேர்ப்பதன் மூலமும் நுரைதலைத் தவிர்க்கலாம்.

(e) அரிமானம்

கொதி கலன்கள் செயல்படும் பொழுது அதன் தகடுகள் அரிமானம் அடையக் கூடும். தகடுகள் தொடர்ந்து அரிமானம் அடைந்தால், அவைகள் மெலிந்து நீராவியின் அழுத்தத்தை தாங்க முடியாமல் வெடித்து விபத்துக்களை ஏற்படுத்துவது உண்டு.

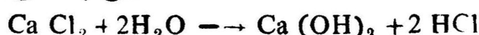
கொதி கலன்கள் அரிமானம் அடைவதற்கு நீரிலுள்ள பல பொருள்கள் காரணமாக இருக்கின்றன. நீரில் மக்னீசியம் குளோரைடு இருந்தால், இது நீரால் பகுக்கப்பட்டு, ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை உண்டாக்குகின்றது.



$$Mg\,Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow Mg\,(OH)_2 + 2HCl$$

இவ் வினை சுமார் 200°C வெப்ப நிலையில் முற்றிலுமாக நிகழ்வதால், அதிக அழுத்தத்தில் நீராவி தயாரிக்கப்படும் கொதி கலன்களின் தகடுகள் இவ்வித அரிமானத்திற்கு உட்படுகின்றன.

நீரில் கால்சியம் குளோரைடு இருந்தாலும், இவ்வாறான நீரால் பகுப்பு வினை நடைபெறுகின்றது. ஆனால், இவ் வினை 200°C வெப்ப நிலையில் சுமார் 25 சதவீதமே இருக்கும். சிலிகா இவ் வினைக்கு ஒரு வேக மாற்றியாக உள்ளது. எனவே, நீரில் சிலிகா கரைந்திருப்பின், இவ் வினை முற்றிலும் நடைபெறுவதற்கு வாய்ப்பு ஏற்படுகின்றது.



$$Ca\,Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca\,(OH)_2 + 2\,HCl$$

நீரில் கரைந்துள்ள வாயுப் பொருள்களும், கொதி கலன் தகடுகளின் அரிமானத்திற்குக் காரணமாக இருக்கின்றன. கொதி கலத்திலுள்ள நீரின் வெப்ப நிலையில், ஆக்சிஜன் மிக்க வீரியத்தைப் பெற்றுள்ளதால் அரிமானம் அதிகமாக உள்ளது.

அரிமானத்தைத் தடுக்கக் கொதிகலத்திலுள்ள நீரின் pH. மதிப்பைக் கட்டுப்படுத்தவேண்டும். நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்ஸிஜன் அளவை வெகுவாகக் கட்டுப்படுத்தவேண்டும்.

(f) காரப் பொடியாகுதல்

கொதிகலன்களின் தகடுகளில் சில பாகங்கள் உலோகத் தன்மையை இழந்து பொடியாகும் தன்மையைப் பெறுகின்றன. இதனால் உலோகத் தகட்டில் விரிசல்களும் கீறல்களும் ஏற்படுகின்றன. இவ்வித நிகழ்ச்சி கொதிகலத்திலுள்ள நீரில் அதிக செறிவுள்ள சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசல் இருப்பதால் ஏற்படுகின்றது. எனவே இதனை “காரப் பொடியாக்குதல்” என அழைக்கின்றோம்.

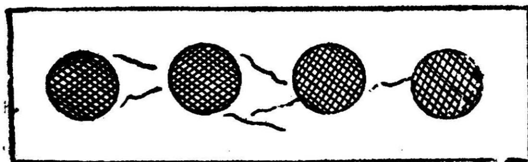
சுண்ணாம்பு சோடா முறையில் நீரைப் பண்படுத்தும்பொழுது, சிறிதளவு சோடியம் கார்பனேட் நீரால் பகுக்கப்பட்டு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடாக ஆகின்றது.



$$Na_2\,CO_3 + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2CO_3.$$

சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு நீரில் மிகச் சிறிய அளவு இருந்தாலும், கொதிகலத்தில் அதன் செறிவு அதிகமாகிக்கொண்டே இருக்கும். கொதிகலத் தகடுகளிலுள்ள ஆணி இறுக்கப்பட்ட (riveted) கிடுக்குகளில் செல்லும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசல் எளிதில் வெளியேறுவது இல்லையாகையால், அதன் செறிவு இப்படிப்பட்ட இடுக்குகளில் மிக அதிகமாகின்றது. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, கொதிகலத் தகட்டின் உலோகப் படிக அமைப்பில் சில பௌதிக மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றது. தகடு இரும்பாக இருப்பின் சில வேதி மாற்றங்களும் ஏற்படுகின்றன. இக் காரணங்களால் உலோகம் பொடியாகும் தன்மையைப் பெறுகின்றது.

காரப்பொடியாகுதல் உலோகங்கள் இறுக்கப்பட்ட இடத்தில்தான் ஏற்படுகின்றது.



படம் 11.

படத்தில் காட்டியதுபோல அது தொடர்ந்து ஓர் ஆணிக்கும் மற்றோர் ஆணிக்கும் செல்வதில்லை. கொதிகலத்தின் தகட்டின் வெளிப்புறம்தான் உலோகம் பொடியாகும் தன்மையை அடைகின்றது.

கொதிகலத் தகடுகளில் இறுக்கு ஆணிகளை உபயோகிக்காவிடில், காரப் பொடியாகுதலை எளிதில் தவிர்க்கலாம். கொதிகலத்திலுள்ள நீரில் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தியும் இந் நிகழ்ச்சியைத் தடுக்கலாம். நீரில் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு சிறிதளவு இருப்பின், சோடியம் சல்ஃபேட், அலுமினியம் சல்ஃபேட் போன்ற பொருள்களைக் கலப்பதன்மூலமும் காரப்பொடியாகுதல் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

மேற்கூறிய சிக்கல்கள் ஏற்படாமலிருக்க கொதிகலன்களுக்கு பண்படுத்தும் நீருக்கு (a) வெளிப் பண்படுத்துதல், (b) உள் பண்படுத்துதல் என்ற இரு முறைகளும் கையாளப்படுகின்றன.

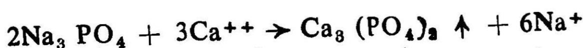
(a) வெளிப் பண்படுத்துதல்

நீர் கொதி கலத்தினுள் செலுத்தப்படுவதற்கு முன்பு பண் படுத்துதலை வெளிப்பண்படுத்துதல் என்கிறோம். நீரில் உள்ள தொங்கல் நிலையிலுள்ள மாசுக்களையும், கூழ் நிலையிலுள்ள மாசுக் களையும், தகுந்த முறையில் வீழ்படிவாக மாற்றுகின்றனர். நீரில் கரைந்துள்ள கனிமப் பொருள்களையும், சிலிகாவையும் வெப்ப சுண்ணும்பு சோடா முறையில் நீக்குகின்றனர். நீரை வடிகட் டுதலை சோடா சுண்ணும்பு முறைக்குப் பின்புசெய்வதும் நலம். நீரில் கரைந்துள்ள வாயுப் பொருள்களை வாயு நீக்கும் முறையில் நீக்குகின்றனர்.

இவ்வாறு நீரைப் பண்படுத்தும்பொழுது, அதனை, (வெப்ப சோடா சுண்ணும்பு முறை) வெப்பப்படுத்தவேண்டியுள்ளது. கொதிகலத்தில் நீரைச் செலுத்துவதற்கு முன்பாகவே வெப்பப் படுத்துதலில் பல நன்மைகள் இருக்கின்றன. கொதிகலன்க ளுக்குப் பயன்படுத்தும் எரிபொருள்கள் மிச்சப்படுகின்றன. கார்பனேட் வன்மையும், கரைந்துள்ள வாயுப் பொருள்களும் பெரும்பாலும் எளிதில் நீக்கப்படுகின்றன.

(b) உள் பண்படுத்துதல்

நீரில் மிகச் சிறிய அளவே மாசுப் பொருள்கள் இருந்தாலும் கொதிகலன்களில், சில மணி நேரத்தில் மாசுப் பொருள்களின் செறிவு அதிகமாகின்றது. நீரிலுள்ள மாசுப் பொருள்கள், செதில் களாகப் படிவதற்குப் பதிலாக சகதிகளாக ஆக "கொதிகலச் சேர்மங்கள்" என்றழைக்கப்படும் சில பொருள்கள் சேர்க்கப் படுகின்றன. இவைகளில் சோடியம் பாஸ்ஃபேட், ஸ்டார்ச்சு, குளு (glue), சோடியம் சல்ஃபைட் போன்ற பல பொருள்கள் கலக்கப்பட்டிருக்கும். சோடியம் பாஸ்ஃபேட், கால்சியம் அயனி களுடன் வினையுற்று, கால்சியம் பாஸ்ஃபேட் வீழ்படிவாகப் படிகின்றது. இச் சேர்மம், சகதியாகக் கொதிகலத்தின்கீழ்ப் படிகின்றது. இவ்வாறு கால்சியம் அயனிகள் நீக்கப்படாவிடில் செதில்கள் உண்டாகக்கூடும்.

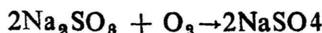


$$2Na_3PO_4 + 3Ca^{++} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \uparrow + 6Na^{+}$$

சோடியம் பாஸ்ஃபேட்டைமட்டும் உள் பண்படுத்துதல் வினையில் பயன்படுத்தினுல், அதற்கு பாஸ்ஃபேட் பண்படுத் தல் என்று பெயர்.

ஸ்டார்ச்சும், குளுவும் செதிள்கள் உண்டாவதை வெகுவாகக் குறைத்து, படிகமாகும் கனிமப் பொருள்களைச் சகதியாக மாற்று கின்றன.

சோடியம் சல்ஃபைட் நீரிலுள்ள ஆக்சிஜனுடன் வினையுற்று சோடியம் சல்ஃபேட் உண்டாகிறது.



$$2Na_2SO_3 + O_2 \rightarrow 2NaSO4$$

அதே சமயத்தில் சோடியம் சல்ஃபேட் அதிக அளவில் நீரில் இருக்கும் காரணத்தால் காரப் பொடியாகுதலும் குறைகின்றது.

சில மணிக்கொருதரம் கொதிகலத்திலுள்ள கனிமப் பொருள் களின் செறிவு அதிகமுள்ள நீர், சக்தி முதலியவற்றை நீக்க, நீரை அதிக விரைவில் உட்செலுத்தி, உள்ளிருக்கும் நீரை வெளியேற்று கின்றனர். இதனால் கொதிகலத்திலுள்ள மாசுக்கள் நீக்கப் படுகின்றன. இதற்கு "பீறிட்டு இயக்குமுறை" (Blow-down operation) என்று பெயர்.

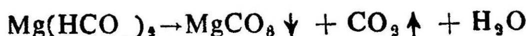
2. இயந்திரங்களின் வெப்பநிலையைக் குறைக்கப் பயன்படும் நீர்

தொழிற்சாலைகளிலுள்ள பலவகை இயந்திரங்கள் இயங்கும் பொழுது, அவற்றின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கின்றது. இதனால் அவற்றின் செயல் திறன் பாதிக்கப்படுகின்றது. எனவே, இயந் திரங்கள் அதிக வெப்பநிலையை அடையாமல் இருப்பதற்காக அவற்றைக் குளிர்விக்க வேண்டியுள்ளது.

இதற்குப் பயன்படுத்தும் நீரில் கார்பனேட் வன்மையிருப்பின், நீர் இயந்திரங்களின் வெப்பத்தைப் பெறும்பொழுது பைகார் பனேட்டுகள் சிதைவுற்று, கார்பனேட் வீழ்படிவுகள் உண்டா கின்றன.



$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$



$$Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$

இவ்வகை நீரில், தொங்கல் நிலையிலும் கூழ்நிலையிலுமுள்ள மாசுக்கள் இருப்பின், அவைகள் நீர் அதிக வெப்பம் அடையும் பொழுது, வீழ்படிவாகப் படிகின்றன.

ஆல்கே (Algae) போன்ற நுண்தாவரப் பொருள்களும், இரும்பை அரிக்கக்கூடிய நுண்கிருமிகளும் நீரில் இருந்தால், நீர்க் குழாய்களின் குறுக்களவு நாளடைவில் குறைந்து, நீர் சரிவரச் செல்வதில்லை;

இக்காரணங்களினால், பைகார்பனேட்கள், தொங்கல், சூழ் நிலையிலுள்ள பொருள்கள், குறிப்பிட்ட சில நுண் உயிர்ப் பொருள் கள் போன்றவைகளை இவ்வகை நீரிலிருந்து தகுந்த முறைகளில் நீக்கவேண்டும்.

3. செயல் முறையில் பயன்படும் நீர்

தொழிற்சாலைகளில் பொருள்களை உற்பத்தி செய்யும் செயல் முறைகளில் அதிக அளவில் நீர் தேவைப்படுகின்றது. தொழிற் சாலைகளில் செய்யப்படும் பொருள்களுக்கேற்ப நீரின் தன்மைகள் இருக்கவேண்டும். சில குறிப்பிட்ட முக்கியத் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும் நீரின் தன்மைகளாவன:

நூல் நூற்றல், துணி நெய்தல் (Textiles)

இரும்பு, மாங்கனீஸ் அயனிகள் நீரில் இருக்கக்கூடாது; எவ் வகையான வண்மையும் இருக்கக்கூடாது.

தோல் பதனிடுதல்

இரும்பு, மாங்கனீஸ், கால்சியம், மக்னீசியம் பைகார்பனேட் அயனிகள் ஆகியவை நீக்கப்படவேண்டும்

காகிதம் உற்பத்தி செய்தல்

கார்பன் டைஆக்சைடு, சிலிகா, அமிலங்கள் முதலியவைகளைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

பீங்கான் செய்தல்

கால்சியம், மக்னீசியம், சல்ஃபேட் போன்ற அயனிகள் நீரில் இருக்கக்கூடாது.

உணவுப் பண்டங்கள்

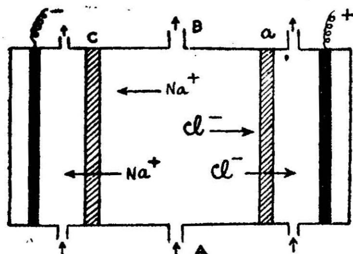
நுண் உயிர்ப் பொருள்கள் அறவே அழிக்கப்பட வேண்டும்; அதிக அளவில் கனிமப் பொருள்கள் இருக்கக்கூடாது.

4. பொது உபயோகத்திற்கான நீர்

இவ்வகை நீர் சுத்தம் செய்யவும், குடிப்பதற்காகவும் உபயோகப்படக்கூடியது. இவற்றில் அதிக அளவில் கடினத் தன்மை இருக்கக்கூடாது. நீரிலுள்ள நுண் உயிர்ப் பொருள்கள் யாவும் அழிக்கப்படவேண்டும்.

தற்காலத்தில், பல தொழிற்சாலைகள் அதிக அளவில் ஏற்படுத்தப்படுவதாலும், மானிட வர்க்கத்தின் எண்ணிக்கை மிக அதிக அளவில் பெருகி வருவதாலும், நகரங்கள் பல தோன்றுவதாலும், அதிக அளவில் பண்படுத்தப்பட்ட நீர் தேவைப்படுகின்றது. எனவே, கடல் நீரைப் பதன்படுத்தல் முறைகளில் அதிக கவனம் செலுத்தப்பட்டு, தீவிர ஆராய்ச்சி நடந்து வருகின்றது. கடல் நீரைக் குடிக்கும் நீராக மாற்றும் ஓர் எளிய முறையில், அயனிகளை, அயனி மாற்று சவ்வுகளின் வழியாக வெளியேறச் செய்கின்றனர்.

படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோன்ற ஒரு சாதனத்தில் Aயின் வழியாகக் கடல்நீர் உள் நுழைகின்றது. இச் சாதனத்தின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள அயனிமாற்று சவ்வுகளின் வழியே அயனிகள் செல்லும்படியாக, நேர்மின் வாயும், எதிர்மின் வாயும், பொருத்தப் பட்டுள்ளன. அயனிகளை இழந்த நீர் Bயின் வழியாக வெளியேறுகிறது. மின் வாய்களுக்கும்,



படம் 12.

அயனிமாற்றுகளுக்கும் சவ்வு உள்ள இடைவெளியில் நீரைச் செலுத்தி, வெளியேறிய அயனிகளை வெளியேற்றுகின்றனர். இச் சாதனம் அயனிகளை வடிகட்டும் சாதனம்போல் அமைகின்றது.

கழிவு நீரை மீண்டும் தூய நீராக ஆக்கும் முறைகளும் கையாளப்படுகின்றன. சில நகரங்களில் கழிவுநீரை நன்கு சுத்தப்படுத்தி, மீண்டும் குடிநீராகக் கூட உபயோகப்படுத்துகின்றனர்.

தொழிற்சாலைகளில் இயந்திரங்களைக் குளிர்விக்கப் பயன்படுத்திய நீரைக் கொதிகலன்களுக்குப் பயன்படுத்துவதும் கையாளப்படுகின்றது. பல செயல்முறைகளுக்குப் பயன்பட்டு வெளியேறும் கழிவு நீரையும் மீண்டும் பயன்படக்கூடிய நீராக மாற்றவேண்டிய முறைகளில் ஆராய்ச்சியும் நடந்து வருகின்றது.

தொழில் வல்லுநர்கள் பலவகை நீரை, அவர்களுடைய தேவைக்கேற்றபடி பண்படுத்தவேண்டிய முறைகளைத் தெரிந்திருக்கவேண்டியது மிக அவசியம். அதே சமயத்தில் கிடைக்கும் நீரை, அதிக அளவில் மீண்டும் மீண்டும் பல வித உபயோகங்களுக்குப் பயன்படுத்தத் தெரிந்திருத்தல் சாலச் சிறந்ததாகும்.

மின் வேதியியல்

உலோக மின் கடத்திகளும், மின்பகு பொருள் கடத்திகளும்—மின் அலகுகள்—ஃபாரடேயின் மின் பகுப்பு விதிகள்—மின் பிரிகைக் கொள்கைகள்—அயனிகளின் இடப் பெயர்ச்சி—மின் பெயர்ச்சி எண்—மின் பெயர்ச்சி எண்ணை அளவிடல்—மின் கடத்துத்திறன்—மின் கடத்துதிறனை அளவிடல்—கலமாறிலியைக் காணுதல் - சமான எடை கடத்துத்திறனை அளவிடல்-கரைசலை விளாவுவதனுல் கடத்துத் திறனில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்—கோல்ராஷின் சயனிகளின் தனித்து நகரல் விதி—கோல்ராஷ் விதியின் பயன்கள்—மின் இயக்க விசை—நேர்ன்ஸ்டின் கொள்கை—மின் கலத்தின் மின் இயக்கவிசையை அளத்தல்—மின் முனை அழுத்தத்தை அளத்தல்—ஹைட்ரஜன் மின்முனை—காலமல் மின் முனை—நியம மின் அழுத்த மதிப்புகள்—அடர்வுசார் மின் கலங்கள்—ஆக்சிஜனேற்ற, ஆக்சிஜன் ஒடுக்க மின் அழுத்தங்கள்—மின் இயக்க விசையின் பயன்கள்—தளவிளைவு—மின்பகு பொருளின் பிரிகை மின்அழுத்தம்—மிகை மின் அழுத்தம்—மீள்தன்மையுள்ளதும், மீள் தன்மையுள்ளதும், மீள் தன்மை இல்லாததுமான மின் கலங்கள்.

மின் வேதியியல்

வேதி ஆற்றலுக்கும், மின் ஆற்றலுக்குமுள்ள தொடர்புகளை விளக்கும் பகுதிக்கு மின் வேதியியல் என்று பெயர். இவ் விருவகை ஆற்றல்களும் ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கிய தொடர்புள்ளவை. ஒரு வகை ஆற்றலை மற்றென்ருக எளிதில் மாற்றலாம். எனவே, வேதியியலில் இப்பகுதி முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும்.

மின் கடத்திகள்

உலகிலுள்ள பொருள்களை மின்கடத்திகளென்றும், மின் கடத்தாப் பொருள்களென்றும் இரண்டு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். முதலாவது வகைக்கு செம்பு, வெள்ளி போன்ற உலோகங்களின் கம்பிகளையும், உப்புகளின் நீர்க் கரைசல்களையும் உருகின உப்புகளையும் எடுத்துக்காட்டுகளாகக் கூறலாம். இரண்டாவது வகைக்கு மரம், வைரம், பேக்லைட் போன்ற பொருட்களை எடுத்துக் காட்டுகளாகக் கூறலாம். உலகில் மேலே சொன்ன இருவகைப் பொருள்களும் தொழிற்றுறையில் தேவைப் படுகின்றன.

லோகமின்கடத்திகளும், மின்பகுப்பொருள் கடத்திகளும்

மின் கடத்தும் பொருள்களை உலோகக் கடத்திகள், மின் பகுப் பொருள் கடத்திகள் என்று மேலும் இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இருவகைப் பொருள்களும் மின் சக்தியை எளிதில் கடத்தினலும்,அவைகள் கடத்தும் வழி முறைகளில் (Mechanism) வேறுபாடு கொண்டன. உலோகக் கடத்திகளில் மின் அழுத்த மாறுபாட்டின் காரணமாக எலெக்ட்ரான்கள் நகருகின்றன. எலெகட்ரான்கள் இடம் பெயர்வதால் மின்னேட்டம் ஏற்படு கின்றது. மின் பகுப் பொருள் கடத்திகளில், மின் அழுத்த மாறு பாட்டின் காரணமாக அயனிகள் நகருகின்றன. அயனிகள் எனப்படும் துகள்கள் மின் சுமைகளைத் தாங்கியுள்ளவை; அயனிகள் வழியாக எலெக்ட்ரான்கள் இடம் பெயருகின்றன. இதனல் மின்னேட்டம் ஏற்படுகின்றது. மின் கடத்தும் வழி முறையில் இவ்வாறு அடிப்படையான மாறுதலிருத்தலால், மின்னேட்டம் இவ்விரு பொருள்களின் உதவியால் செல்லும் பொழுது மேலும் சில மாற்றங்களைக் கொடுக்கின்றது. வழிமுறை எவ்வாறு இருப்பினும், இரண்டு வகைப் பொருள்களும் மின்கடத்து வதால் சில அடிப்படை மின்னேட்ட விதிகளுக்குக் கட்டுப் பட்டுள்ளன.

உலோகக் கடத்திகளுக்கும், மின் பகுப்பொருள் கடத்திகளுக்கு முள்ள சில ஒற்றுமை வேற்றுமைகள்:

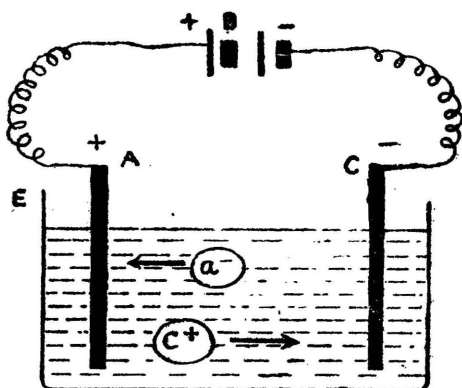
உலோகக் கடத்திகள்	மின் பகுப்பொருள் கடத்திகள்
1. எடுத்துக்காட்டுகள் உலோகக் கம்பிகள்	உருகின உப்புகள், நீரில் கரைந்த உப்புக்கள்
(a) செம்பு	(a) சோடியம் குளோரைடு கரைசல்
(b) இரும்பு	(b) உருகின சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு
2. மின் கடத்தப்படும்பொழுது எலெக்ட்ரான்கள் நகருகின்றன.	2. மின் கடத்தப்படும் பொழுது அயனிகள் நகருகின்றன.
3. எலெக்ட்ரான்களின் வேகம் ஒளியின் வேகத்திற்கு ஒப்பிடக்கூடியது.	3. அயனிகளின் வேகம் மிகக் குறைவு.
4. வேதி வினைகள் நிகழ் பெறுவதில்லை.	அயனிகள் மின் வாய்களை அடைந்தவுடன் அணுக்களாகவோ, உறுப்புகளாகவோ மாறுகின்றன இவைகள் தாமாகவோ, அல்லது சுற்றுப் புறத்துடனே வினையுறுவதால், சில வினைபொருள்கள் மின்வாய்களில் தோன்றுகின்றன.
5. சிற்சில சமயங்களில் வெப்பம் அல்லது வெளிச்சம் ஏற்படும்.	பொதுவாக வெப்பம், வெளிச்சம் ஏற்படுவதில்லை.
6. மின் அழுத்த வேறுபாடு (E), மின் தடை (R), மின் னோட்டத்தின் வலிமை (C) இவற்றிற்குள்ள தொடர்பு ஓம் விதி எனப்படுகின்றது.	இதிலும் மின் அழுத்த வேறுபாடு, மின் தடை, மின்னோட்டத்தின் வலிமை, இவற்றிக்குள்ள தொடர்பு ஓம் விதிப்படியுள்ளது.

8

மின்பகுப்பு (Electrolysis)

மின் வேதியியலில், மின் பகுப்பொருள் கடத்திகள் செயல்படும் முறைகளையும், அதனால் ஏற்படும் வேதி வினை மாற்றங்களையும், வினைகளில் கிடைக்கும் ஆற்றல்களையும் பற்றி அறிகிறோம்.

இப் பகுதியில் பயன்படுத்தப்படும் கலைச் சொற்களையும், அவற்றால் உணர்த்தப்படும் கருத்துக்களையும் நன்கு அறிய வேண்டும்.



படம் 13.

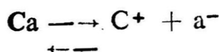
படத்தில் B எனக் குறிப்பிட்டது ஒரு மின்கல அடுக்கைக் (Battery) குறிக்கும். மின் கலத்தில் இரு மின் முனைகள் உள்ளன. மெல்லிய சற்று நீளமான கோடாக மின் கலத்தின் நேர்மின் முனை (Positive) குறிக்கப்பட்டு இருக்கின்றது. சற்றுக் குட்டையான தடித்த கோடு, மின்கலத்தின் எதிர் மின் முனையைக் (Negative) குறிக்கின்றது. இவ்விரு முனைகளும், ஒரு மின் கடத்தும் பொருளினால் இணைக்கப்பட்டால் கடத்தியின் வழியாக மின்னோட்டம் செல்வதாகக் கூறுகிறோம். மின்னோட்டம் மின் கலத்தின் நேர்மின் முனையிலிருந்து எதிர் மின் முனைக்குச் செல்வதாகக் கூறுகிறோம்.

மின் பகுப் பொருள், ஒரு உப்பின் கரைசலாகவோ அல்லது உருகின நிலையிலோ இருப்பதால், இதனைத் தகுந்த கொள் கலத்தில் எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். படத்தில் E எனக் குறிப்பிட்டிருப்பது இக் கொள்கலத்தைக் குறிக்கும். மின்பகுப் பொருளால் மின் கடத்தப்படும்பொழுது, இக் கொள்கலத்தில்

மின் பகுப்பு வினை நிகழ்வதால், இதனை மின் பகுப்புக்கலம் (Electrolytic cell) என்று அழைக்கின்றோம்

எளிதில் மின் கடத்தக்கூடிய A என்ற தடித்த உலோகத் தண்டு நேர்மின் முனையுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இது மின் பகுப்பு கலத்திலுள்ள நீர்மத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இம் மின் முனையை நேர் மின் முனை அல்லது நேர் மின் வாய் (Anode) என அழைக்கின்றோம். Cஎன்ற தடித்த உலோகத்தண்டு மின் அடுக்கின் எதிர் மின்முனையுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இதுவும் மின்பகுப்புக் கலத்திலுள்ள நீர்மத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இதனை எதிர் மின் முனை அல்லது எதிர் மின் வாய் (Cathode) என அழைக்கின்றோம். மின் பகுப்புக் கலத்தில் தகுந்த மின்பொருளின் கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு மின் இணைப்புகளை மேற் கூறியவாறு அமைத்தால் மின்னோட்டம் ஏற்படுகின்றது மின் பகுப்புக் காலத்தில் நேர் மின் வாயிலிருந்து எதிர் மின் வாய்க்கு மின்னோட்டம் செல்வதாகக் கூறுகிறோம்.

மின் பகுப்புக் கலத்தில் Ca என்ற உப்புக் கரைசலை எடுத்துக் கொண்டால், அந்த உப்பு C^+ அயனிகளாகவும், a^- அயனிகளாகவும் உள்ளதாகக் கருதலாம்.



$$Ca \rightleftharpoons C^+ + a^-$$

C^+ என்ற அயனி நேர் மின் சுமையைத் தாங்கியுள்ளதால் எதிர் மின் வாயை நோக்கி நகரும். எனவே, இந்த அயனியை எதிர்மின் அயனி (Cation) என அழைக்கின்றோம். a^- என்ற அயனி எதிர் மின் சுமையைத் தாங்கியுள்ளதால், நேர்மின் வாயை நோக்கி நகரும். எனவே, இந்த அயனியை நேர்மின் அயனி (anion) என அழைக்கின்றோம். எதிர்மின் அயனியும், நேர்மின் அயனியும் முறையே நேர் சுமையையும் (Positive charge), எதிர் மின் சுமையையும் (Negative charge) பெற்றிருக்கின்றன. அயனிகள் எந்த மின் முனையை நோக்கிச் செல்கின்றதோ அதனைப் பொறுத்தே அவற்றிற்குப் பெயரிடப்படுகின்றனஎன்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

மின் பகுப் பொருள்கள், மின் கடத்தும்பொழுது அயனிகள் தங்கள் சுமைகளுக்கேற்ப, மின் வாய்களை நோக்கி நகருகின்றன. நேர்மின் அயனி (a^-) நேர்மின் வாயை அடைந்தவுடன், அதிலுள்ள மின் சுமையை இழக்கின்றது. இதனால் நேர்மின்

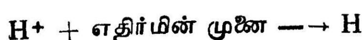
முனை எலெக்ட்ரானைப் பெறுகின்றது. எதிர் மின் அயனி (C^+) எதிர் மின் முனையை அடைந்தவுடன், ஒரு எலெக்ட்ரானைப் பெறுகின்றது. இதனால் எதிர் மின்முனை ஒரு எலெக்ட்ரானை இழக்கின்றது. எனவே, அயனிகள் மின் முனைகளை அடைவதன் மூலம், எதிர்மின் முனையிலுள்ள எலெக்ட்ரான் நேர்மின் முனையை அடைகின்றது. எனவே, மின்பகுப் பொருள் கடத்தியாக இருக்கும்பொழுதும், எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு மின் முனையிலிருந்து மற்றொரு மின் முனைக்கு மாற்றப்படுவதால்தான் மின்னோட்டம் ஏற்படுகின்றது.

மின்பகுப் பொருள் கடத்தியின்வழியாக மின்னோட்டம் செல்லும்பொழுது, அயனிகள் நகர்ந்து மின் சுமைகளை இழப்பதால், உண்டாகும் வேதி மாற்றத்தை மின்பகுப்பு (Electrolysis) எனக் கூறுகிறோம். மின்னோட்டம் இருக்கும் பொழுது மின் முனைகளில் அயனிகள் அணுக்களாகவோ, அல்லது மின் சுமைகளை இழந்த கூட்டு உறுப்புக்களாகவோ மாறுகின்றன. அணுக்கள் உண்டாகுமாயின் அவை மூலக் கூறுகளாக மாறி, மின் வாயின் அருகாமையில் வெளியேறுகின்றது. அணுக்கள், அதனைச் சூழ்ந்துள்ள பொருள்களுடன் வேதி வினையில் பங்கு பெற்றால், வேதி வினையினால் ஏற்பட்ட வினை பொருள்கள் மின் வாயில் விடுபடுகின்றன. இவ்வாறே கூட்டு உறுப்புகளும், வேறு வேதி வினைகளில் பங்கு பெற்றோ அல்லது பங்கு பெறுமலோ, மின்முனையில் விடுபடுகின்றன. இவ்வாறு விடுபடும் பொருள்களை, மின்பகுப்பு விளைபொருள்கள் (Products of electrolysis) என அழைக்கின்றோம்.

ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் மின் பகுப்பொருளாக இருக்கும்பொழுது ஏற்படும் மின் பகுப்பு வினைகளைக் கீழ்க் கண்ட சமன்பாடுகளில் குறிக்கலாம்.



$$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$$



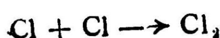
H^+ + எதிர்மின் முனை ⟶ H



$$H + H \rightarrow H_2 \downarrow$$



Cl^- + நேர்மின் முனை ⟶ Cl



$$Cl + Cl \rightarrow Cl_2$$

இவ் வினையில் அயனிகள் தங்கள் மின் சுமைகளை இழந்து, முதன்மை பொருட்கள் (Primary products) என மின் முனைகளில் விடுபடுகின்றன.

சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசல் மின் பகுப் பொருளாகச் செயல்படும்பொழுது ஏற்படும் மின் பகுப்பு வினைகளைக் கீழ் காணும் சமன்பாடுகள் விளக்குகின்றன.



$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$



$\leftarrow$

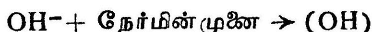


$Na^+ +$ எதிர்மின்முனை $\rightarrow Na$

சோடியம் அணு, நீருடன் வீரியமாக வினையுறக் கூடியதாகையால், அதனைச் சூழ்ந்துள்ள நீருடன் எளிதில் கீழ்க் கொடுத்துள்ளவாறு வினை புரிகின்றது.



$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2 \uparrow$



$OH^- +$ நேர்மின்முனை $\rightarrow (OH)$

இவ்வினையில் கிடைக்கும் (OH) கூட்டுஉறுப்புத் தனித்தே இருக்க முடியாததாகையால் நான்கு OH உறுப்புகள் ஒன்றுகூடி கீழ்க்கண்டவிதம் ஆக்சிஜனை வெளிவிடுகின்றன.



$4(OH) \rightarrow 2H_2O + O_2 \uparrow$

இந்த மின் பகுப்பு வினையில் இரண்டாவதான பொருள்கள் (Secondary products) வெளியேறுவதாகக் கூறுகிறோம்.

மின் அலகுகள்

மின்னேற்றத்திறன் ஆம்பியர் என்ற அளவீட்டால் அளக்கப்படுகிறது. தூய வெள்ளை நைட்ரேட் கரைசலில் ஒரு வினாடி மட்டுமே பாய்ந்து, 0·00118கிராம் வெள்ளியைப் படிய வைக்கக் கூடிய திறனுள்ள மின்னேற்றத்திற்கு ஒரு ஆம்பியர் (Ampere) என்று பெயர். 0°C வெப்பநிலையில் 14·4521 கிராம் எடையும், ஒரே சீரான குறுக்களவும், 106·3செ.மீ நீளமுள்ள பாதரசத்தின் மின்தடைக்கு, ஒரு ஓம் (Ohm) என்று பெயர். ஓர் ஆம்பியர் மின்னோட்டத் திறன் ஒரு ஓம் தடையை எதிர்த்துச் செல்லுவதற்கு வேண்டிய மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கு ஒரு ஓல்ட்டு (Volt) என்று பெயர். ஒரு ஆம்பியர் மின்திறன், ஒரு வினாடி செலுத்தப்படுமாயின், அந்த மின்னோட்டத்தை ஒரு கூலம் (Columb) என

அழைக்கின்றோம். கூலம் என்ற அலகு (cxt) மிகச் சிறியதாக உள்ளதால் 96,500 கூலம்கள் கொண்ட மின்னோட்ட அளவு ஒரு ஃபாரடே என்று கூறுவது உண்டு.

ஃபாரடேயின் மின் பகுப்பு விதிகள்

பதினெட்டாம் நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த காவின்டிஷ், டேவி, வோல்டா போன்ற பல விஞ்ஞானிகள் மின் பகுப்பைப் பற்றி அறிந்திருந்தும்; 1835-ல் தான் ஃபாரடே என்ற விஞ்ஞானி, மின் பகுப்பைப் பற்றிய இரண்டு அளவறி விதிகளை வரையறுத்துக் கூறினர்.

முதல் விதி மின் பகுப்பு நடைபெறும்பொழுது, மின் வாயில் பொருட்களின் எடை, மின்பகுபொருள்கள் எடுத்துச் செல்லும் மின்னேற்றத்தின் அளவிற்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும்.

இவ்விதியை ஒரு சமன்பாட்டடால் குறிக்கலாம்.

$m \times c \times t$

m = மின் முனையில் விடுபடும் பொருளின் எடை (கிராமில்)

c = மின்னோட்டத்தின் திறன் (ஆம்பியரில்)

t = மின்னோட்டத்தின் நேரம் (விநாடிகளில்)

மின் திறன் (ஆம்பியர்) நேரம் (செகண்டு) இவற்றின் பெருக்கல் பலன் கூலமாகும்.

இவ்விதியையே

$m = k \times c \times t$ எனவும் கூறலாம். இச் சமன்பாட்டில் k என்பது ஒரு மாறிலியாகும். இம் மாறிலியின் மதிப்பு மின் முனையில் வெளிவரும் பொருளின் தன்மையைப் பொருத்திருக்கின்றது. இந்த மாறிலியைப் பொருளின் மின் வேதிய சமான எடை (Electro-chemical equivalant) என அழைக்கின்றோம். பொருளின் சமான எடையை ஒரு ஃபாரடேயினுல் வகுத்தால் இந்த மாறிலி கிடைக்கின்றது. எனவே, ஒரு மின்னோட்டத்தில் ஒரு ஃபாரடே அளவு மின் செலுத்தப்படுமானுல் அப் பொருளின் வேதியச் சமான எடைக்குச் சமமான பொருள் (கிராம் எடையில்) மின்முனையில் வெளியேறும் என்பது புலனுகின்றது.

மின் பகுப்பு முறையில் மின் முனையில் வெளியேறும் பொருள் திண்ம நிலையிலிருந்தால் அதன் எடையையும், வாயு நிலையி

லிருந்தால் அதன் பருமனளவையும் எளிதில் சோதனைமூலம் கண்டறியலாம். மின் இணைப்பில், ஆம்பியரை அளக்கும் கருவியை (Ammeter) தொடர்வாக இணைத்து மின்திறனை அளக்கவும் செய்ய லாம். மின் பகுப்பு நேரத்தையும் தகுந்த சாதனத்தின் மூலம் அறிய முடியுமாகையால், கண்டறிதல்களிலிருந்து பொருளின் மின் வேதிய சமான எடை அல்லது வேதிய சமான எடை எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு

வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசல் மின் பகுபொருளாக இருந்த ஒரு சோதனையில் 0·2 ஆம்பியர் மின்திறனை, 30 நிமிடங்கள் செலுத்தியதில் 0·4024 கிராம் வெள்ளி படிந்ததென்றால், வெள்ளி யின் மின் வேதிய சமான எடையையும், சமான எடை எண்ணையும் கணக்கிடுக.

மின் திறன் = 0·2 ஆம்பியர்

மின் செலுத்தப்பட்ட நேரம் = 30 நிமிடங்கள்.

(30 × 60 விநாடிகள்)

மின் முனையில் படிந்த வெள்ளியின் எடை = 0·4024 கிராம்

$$m = k \times c \times t$$

$$0{\cdot}4024 = k \times 0{\cdot}2 \times 1800$$

$$\therefore k = \frac{0{\cdot}4024}{0{\cdot}2 \times 1800}$$

$$= 0.001118$$

வெள்ளியின் மின்வேதிய சமான எடை எண் = ·001118

ஆனால் பாரடே = 96500 கூலம்கள்

∴ வெள்ளியின் சமான எடை எண் = 96500 × ·001118

= 107·8

மாதிரிக் கணக்கு

ஒரு மின் பகுப்புச் சோதனையில் 5 ஆம்பியர் மின்திறன் 25 நிமிடத்துக்குச் செலுத்தப்பட்டது. இச்சோதனையில் கிடைத்த மின் பகுப்பு வினைப் பொருளான ஆக்சிஜன் 755 m. m. காற்றழுத்தமும், 30°C வெப்பநிலையும் இருக்கும்பொழுது நீருக்கு மேல் சேகரிக்கப்பட்டதென்றால், ஆக்சிஜனின் பருமனளவைக் காண்க.

25 நிமிடம் = 25 × 60 விநாடிகள்

= 1500 விநாடிகள்

5 ஆம்பியர் × 150 செகண்டு = 7500 கூலம்கள்

7500 கூலம்கள் $= \frac{7,500}{96,500}$ பாரடே

ஒரு ஃபாரடே மின்னேற்றம் ஒரு சமான எடையுள்ள ஆக்சிஜனை வெளியேற்றும். ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள ஆக்சிஜன் திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலையில் $\frac{11,200}{2}$ மி. லி. பருமனளவு இருக்கும்.

∴ சோதனையின் திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலையில் கிடைக்கக்கூடிய ஆக்சிஜனின் பருமனளவு (V_o) $= \frac{7500}{96500} \times \frac{11,200}{2}$

ஆனால் ஆக்சிஜன் 755 மி. மி. அழுத்தத்தில் 30°C வெப்ப நிலையில் நீரின்மேல் சேகரிக்கப்படுகிறது.

30°C வெப்ப நிலையில் நீராவியின் அழுத்தம் = 31.8 மி. மி.

$P_1 = 755 - 31{\cdot}8$

$= 723{\cdot}2$ மி. மி

$T_1 = 273 + 30°C$

$= 303°\ A$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

$$V_1 = \frac{P_0 V_0}{T_0} \times \frac{T_1}{P_1}$$

$$= \frac{760}{273} \times \frac{7500}{96500} \times \frac{11200}{2} \times \frac{303}{723 \cdot 2}$$

$= 507 \cdot 5$ மி. லி.

சோதனையில் கிடைக்கும் ஆக்சிஜனின் பருமனளவு } $= 507 \cdot 5$ மி. லி

பாரடே, ஒரே அளவு மின்னேற்றத்தைப் பல உப்புக் கரைசல்களில் செலுத்தி, கிடைக்கும் மின் பகுப்பு வினைபொருள்களை கண்டறிந்தார். இச் சோதனைகளில் கண்டறிந்த உண்மைகளை அடித் தளமாகக் கொண்டு இரண்டாவது விதியை வரையறுத்தார்.

இரண்டாவது விதி

வெவ்வேறு மின்பகுப் பொருள்களின் கரைசல்களில் ஒரேயளவு மின்னேற்றம் செலுத்தப்பட்டால், மின்பகுப்பில் விளையும் பொருள்களின் எடையும் அப்பொருள்களின் சமான எடை எண்களும் நேர்விகிதச் சமமாயிருக்கும்.

பல மின்பகு பொருள்களின் கரைசல்களைத் தொடர் அமைப்பாக அமைத்து, அவற்றை ஒரு மின்கல அடுக்குடன் இணைக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசல், காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசல், நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் இவற்றைத் தொடர் அமைப்பாக ஒரு மின்கல அடுக்குடன் இணைத்திருப்பதாகக் கொள்வோம். மின் சுற்றில் மின்னோட்டம் செல்லும்பொழுது, வெள்ளி, காப்பர், ஹைட்ரஜன் முதலிய பொருள்கள் எதிர் மின் முனைகளில் மின் பகுப்பு வினையின் விளைபொருள்களாகக் கிடைக்கின்றன. அவைகளின் எடையை m_1 m_2 m_3 எனக் கொள்வோமானால், இந்த எடைகள் முறையே, இப்பொருள்களின் சமான எடைகளான 107·8, 31·77, 1·008, இவற்றிற்கு நேர் விகிதத்தில் அமைகின்றன.

மாதிரிக் கணக்கு

வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசல், நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் இவைகளைப் பெற்றுள்ள மின்பகுப்புக் கலங்கள் தொடர் முறையில் ஒரு மின் அடுக்குடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்னோட்டத்தை 25 நிமிடங்கள் நிகழ்த்தியதில் 0.2662 கிராம் வெள்ளி மின்பகுப்பில்

விளைபொருளாகக் கிடைத்தது. மற்றொரு மின்கலத்தில் கிடைத்த ஹைட்ரஜன், நீரின்மேல் சேகரிக்கப்பட்டது. சோதனைச் சாலையில் காற்றின் அழுத்தம் 750 மி. மி. ஆகவும், வெப்பநிலை 15°C ஆகவும் இருந்தால், சேகரிக்கப்பட்ட ஹைட்ரஜனின் பருமனளவையும், மின்னோட்டத்திலுள்ள மின்திறனையும் கணக்கிடுக.

வெள்ளியின் சமான எடை = 108

ஹைட்ரஜனின் சமான எடை = 1·008

108 கிராம் வெள்ளி விடுபடும்பொழுது வெளியேறும் ஹைட்ரஜனின் எடை = 1·008 கிராம்

திட்டவெப்ப அழுத்தத்தில் 1·008 கிராம் ஹைட்ரஜனின் பருமனளவு = 11200

∴ 0·2662 கிராம் வெள்ளி விடுபடும்பொழுது திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலையில் விடுபடக்கூடிய நைட்ரஜனின் பருமனளவு $= \frac{11200 \times 0{\cdot}2662}{108}$

$= 27{\cdot}61$ மி. லி.

15°C வெப்பநிலையில் நீராவியின் அழுத்தம் = 12·8 மி. லி.

$$P_1 = 750 - 12{\cdot}8$$

$= 737{\cdot}2$ மி. மி.

$$T_1 = 273 + 15°C$$

$= 288°A$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

$$V_1 = \frac{P_0 V_0}{T_0} \times \frac{T_1}{P_1}$$

$$= \frac{760 \times 27.61}{273} \times \frac{288}{737.2}$$

$$= 30.02$$

சோதனைச் சாலையின் வெப்ப அழுத்த நிலையில் நீரின்மேல் சேகரிக்கப்படும் ஹைட்ரஜனின் பருமனளவு } = 30.02 மி. லி.

மின் திறன், செலுத்தப்படும் நேரம் } = x என்க.

= 25 × 60 விஞடிகள் ;

= 1500 விஞடிகள்.

∴ மின்னேற்றத்தின் அளவு = 1500 × x கூலம்கள்

96·500 கூலம்கள் மின்னேற்றத்தின் அளவாக இருந்தால் வெளியிடப்படும் வெள்ளியின் எடை.. } = 108 கிராம்.

1500x கூலம்களினுல் வெளிவிடப்படும் வெள்ளியின் எடை } $= \frac{108}{96500} \times 1500x$

ஆகவே $\frac{108}{96500} \times 1500x$ = 0·2662 கிராம்

$$x = \frac{0 \cdot 2662 \times 96500}{108 \times 1500}$$

$$= 0 \cdot 1586$$

∴ மின் சுற்றிலுள்ள மின்திறன் = 0·1586 ஆம்பியர்.

ஃபாரடேயின் விதிகளைப் பயன்படுத்தி, தனிமங்களின் சமான எடைகளையும், மின் பகுப்பில் கிடைக்கும் விளைபொருள்களின் சமான எடைகள் தெரிந்தால் மின்னேற்றத்தின் அளவையும் கணக்கிடலாம்.

மின்னேற்றத்தின் அளவைக் கணக்கிடும்பொழுது வெள்ளி அல்லது காப்பர் கூலா மீட்டரைப் பொதுவாகப் பயன்படுத்துவது உண்டு. வெள்ளி கூலா மீட்டரில், வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசல் மின்பகுபொருளாகவும், எடை தெரிந்த பிளாட்டினக் கிண்ணம் எதிர்மின் முனையாகவும் அமைகின்றன. மின்பகுப்புக்குப் பின் பிளாட்டினக் கிண்ணத்தில் படிந்துள்ள வெள்ளியைத் தூய நீரால் கழுவு, உலர்த்தி, அதன் எடையைக் காண்பதன்மூலம், அதில் படிந்துள்ள வெள்ளியின் எடையைக் கண்டறியலாம். காப்பர் கூலா மீட்டரில், காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசல் மின்பகுப் பொருளாக வும், எடை தெரிந்த காப்பர் தகடு எதிர்மின் முனையாகவும் பயன் படுகின்றன. மின்பகுப்பில், எதிர்மின்முனையில் படிந்துள்ள காப்பரை நன்கு தூய நீரால் கழுவியபின், சிறிதளவு அசிட்டோனில் கழுவி; உலர்த்தி எடையைக் காணவேண்டும். மின் பகுப்பில் விடுபட்ட காப்பரின் எடையிலிருந்து மின் சுற்றில் சென்ற மின்னேற்றத்தின் அளவைக் கணக்கிடலாம்.

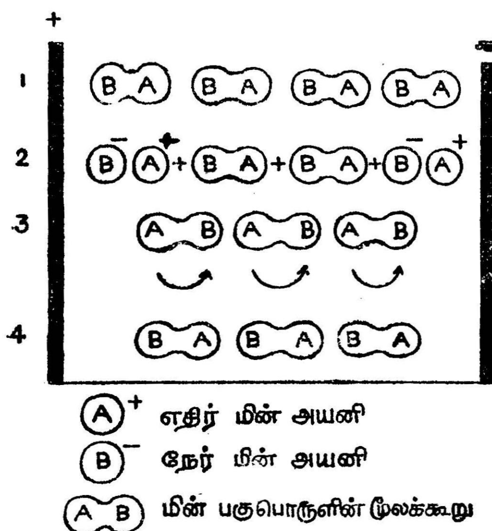
பருமனறி பகுப்பியலின் தத்துவங்களைப் பயன்படுத்தியும், கூலா மீட்டர்களை அமைக்கலாம். பொட்டாசியம் அயோடைடு கரைசலில் மின் செலுத்தப்பட்டால் மின்னேற்றத்தினுல் அளவறி வாக அயோடின் வெளியிடப்படும். வெளியேறும் அயோடினைத் திட்ட சோடியம் தயோசல்ஃபேட் அல்லது திட்ட ஆர்சீனியஸ் அமிலத்துடன் பருமனறிபகுப்பு முறையில் வினையுறச் செய்து, அயோடினின் சமான எடை 127 எனக்கொண்டு மின்னேற்றத்தின் அளவைக் கணக்கிடலாம்.

மின் பிரிகைக் கொள்கைகள் (Theories of Electrolytic Dissociation)

மின் பகுப்பொருள்கள் மின் கடத்திகளாகச் செயல்படும் பொழுது மின் பகுப்பு வினை ஏற்படுகின்றது. மின் பகுப்பு வினை யினுல், அயனிகள் மின்முனைகளை அடைந்தவுடன் மின் சுமைகளை இழக்கின்றன. இவ்வகை நிகழ்ச்சி மின்முனைகளில் மட்டும் ஏற் படுவதன் காரணத்தை மின்பிரிகைக் கொள்கைகள் விளக்கு கின்றன.

ஃபாரடேயின் அளவறி விதிகள் வெளியிடப்படுவதற்கு சுமார் 30 ஆண்டுகளுக்கு முன்னதாகவே கிராட்டஸ் என்ற விஞ்ஞானி (1805) மின் பகுப்பு எவ்வாறு நடைபெறுகின்ற தென் பதை விளக்கினுர். அவருடைய கொள்கையை "**கிராட்டஸ் சங்கிலிக் கொள்கை**" யென அழைக்கலாம். இக் கொள்கையின்

படி மின் பகு பொருள்களின் மூலக் கூறுகளில் நேர்மின் சுமையும், எதிர்மின் சுமையும் தங்கியுள்ள இரு பகுதிகள் உள்ளன.



படம் 14.

மூலக் கூறின் நேர் மின் சுமைகளைத் (+) தாங்கிய பாகம் Aஎனவும், எதிர் மின் சுமைகளைத் தாங்கிய பாகம் B எனவும் கருதப்பட்டால், மூலக்கூறுகளை AB என எழுதலாம். மின் பகுப்புக் கலத்தில் மின் முனைகளைப் பொருத்தி, அவற்றை மின் அடுக்குடன் இணைத்தவுடன் நேர் மின் முனையும், எதிர் மின் முனையும் ஏற்படுகின்றன. இம் முனைகளின் ஈர்க்கும் திறனால் மூலக் கூறுகள் யாவும் படத்தில் காட்டியபடி (1) ஒரு ஒழுங்கான முறையில் வரிசைப்படுத்தப்படுகின்றன.

மின் முனையின் ஈர்ப்புச் சக்தியால் மின் முனைகளின் சமீப முள்ள மூலக் கூறுகளின் பகுதிகள் (2) படத்தில் காட்டியவாறு பிரிந்து ஒரு மூலக் கூறின் Bபாகம் நேர் மின் முனையிலும், மற்றொரு மூலக் கூறின் Aபாகம் எதிர்மின் முனையிலும் விடுபடுகின்றன. இந் நிகழ்ச்சியால் தனித்து விடப்பட்ட Aபாகமும், Bபாகமும் அவற்றை அடுத்துள்ள மூலக் கூறின் முறையே Bபாகத்துடனும் A பாகத்துடனும்கூடித் தொடர்ச்சியாக (3) புதிய மூலக் கூறு களாக உருவாகின்றன.

இந்த நிலை முதல் நிலையில் இருந்ததற்கு முற்றிலும் எதிர் மாறாக இருக்கின்றது. மின்முனைகளின் ஈர்ப்பு சக்தியால் மூலக் கூறுகள் அரைச் சுற்று திரும்பி (4) மீண்டும் பழைய நிலைமையை அடைகின்றன. தொடர்ந்து மின் முனைகளுக்குச் சமீபமுள்ள மூலக்கூறுகள் சிதைவுறுகின்றன.

இக் கொள்கையின்படி மின் முனையின் சமீபமுள்ள மூலக் கூறுகள் சிதைவுறவும், சிதைவுற்றதால் கிடைக்கும் மூலக் கூறின் பாதிப் பாகம் தொடர்ந்து அடுத்துள்ள மூலக்கூறுகளைச் சிதைத்து, புது மூலக் கூறுகள் உண்டாவதற்கும், மூலக் கூறுகள் அரைச் சுற்றுத் திரும்புவதற்கும் மின் ஆற்றல் பயன்பட வேண்டும். ஆனால் மின் பகுப்பொருள்கள் மின்கடத்தும் பொழுது ஓம் விதிக்குப் பொருந்துவதால் மின் சக்தி இவ்வித வினைகளுக்குப் பயன்படுத்தப் படவில்லையென்பது தெளிவாகத் தெரிகின்றது. இதனால் இக்கொள்கை கைவிடப்பட்டது.

கிளாசியஸ் என்பவர் 1857ல் மற்றொரு கொள்கையை வெளியிட்டார். இக்கொள்கையின்படி மின்பகுப் பொருள்கள் கரைசலில் அல்லது அவைகள் உருகின நிலையில் அயனிகளாகவும் பிரிகையடையாத மூலக் கூறுகளாகவும் இருக்கின்றன. அயனிகளுக்கும், மூலக்கூறுகளுக்கும் ஒரு சம நிலை இருக்கின்றது. அயனிகள் மின் சுமைகளைத் தாங்கிய துகள்களாகையால், மின் முனைகளால் ஈர்க்கப்படுகின்றன. அயனிகள் மின்முனைகளை அடைந்தவுடன் தங்களிடமுள்ள மின்சுமைகளை இழக்கின்றன.

இக் கருத்தைச் சிறிது மாற்றி, அர்ரீனியஸ் என்பவர் ஒரு கொள்கையை வெளியிட்டார். இக் கொள்கையின்படி மின்பகுப் பொருள்களின் மூலக்கூறுகள் அயனிகளாகப் பிரிகையடைகின்றன. அர்ரீனியஸ், அயனிகளின் தன்மைகளையும் அயனிகளுக்கும் அணுக்களுக்குமுள்ள பௌதிக, வேதி வேற்றுமைகளையும் நன்கு விளக்கினார். மேலும் "மின் பகுப்பொருள்கள் அயனிகளாக பிரிகையடையும் அளவைக் கொண்டு எளிதில் மின் பகுப்பொருள்களென்றும் எளிதில் மின்பகாப் பொருள்களென்றும், இரண்டு பெரும் பிரிவுகள் உள்ளன" என்ற கருத்தையும் வெளியிட்டார். சோடியம்குளோரைடு போன்ற எளிதில் மின் பகுப் பொருள்களின் பெரும்பான்மையான மூலக்கூறுகள், உருகின நிலையிலும், நீர் கரைசலிலும், அயனிகளாக இருக்கின்றன. அசிட்டிக் அமிலம் போன்ற எளிதில் மின்பகாப் பொருள்களின் ஒரு சில மூலக்கூறுகளே அயனிகளாகப் பிரிகை அடைந்துள்ளன. அர்ரீனியஸ் கொள்கை, மின் பகுப்

பிரிகையை நன்கு விளக்குவதால் இக்கொள்கையே தற்காலத்தில் எல்லோராலும் ஒத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

அயனிகளின் இடப் பெயர்ச்சி (Migration of Ions)

மின்பகுப் பொருள்கள் மின் கடத்திகளாகச் செயல்படும் பொழுது எதிர்மின் அயனிகள் (+) எதிர்மின் முனையை (—) நோக்கியும் நேர்மின் அயனிகள் (—) நேர்மின் முனையை (+) நோக்கியும் நகருகின்றன. இவ்வாறு நகரும் அயனிகளின் வேகம் வெவ்வேருக இருக்கக்கூடும். ஆனபோதிலும், ஒவ்வொரு மின் முனையிலும் சமான அளவுகளில் அயனிகள் மின்னிறக்கம் அடைகின்றன. இந்த உண்மைதனைக் கண்டறிய ஹிட்டர்ஃப் (Hiltorf) என்பவர் 1853-ல் பல சோதனைகளைச் செய்தார். அச் சோதனைகளிலிருந்து அவர் மேலும் சில உண்மைகளைக் கண்டறிந்தார்.

அவைகளாவன :—

(1) அயனிகள் மின்னிறக்கம் அடைவதால், மின்பகுப்புப் பொருள்கள் மின்முனைகளில் விடுபடுகின்றன.

(2) அயனிகளின் வேகம் எவ்வாறிருப்பினும், சமமான அளவுகளில்தாம் மின்முனைகளில் மின்னிறக்கம் அடைகின்றன.

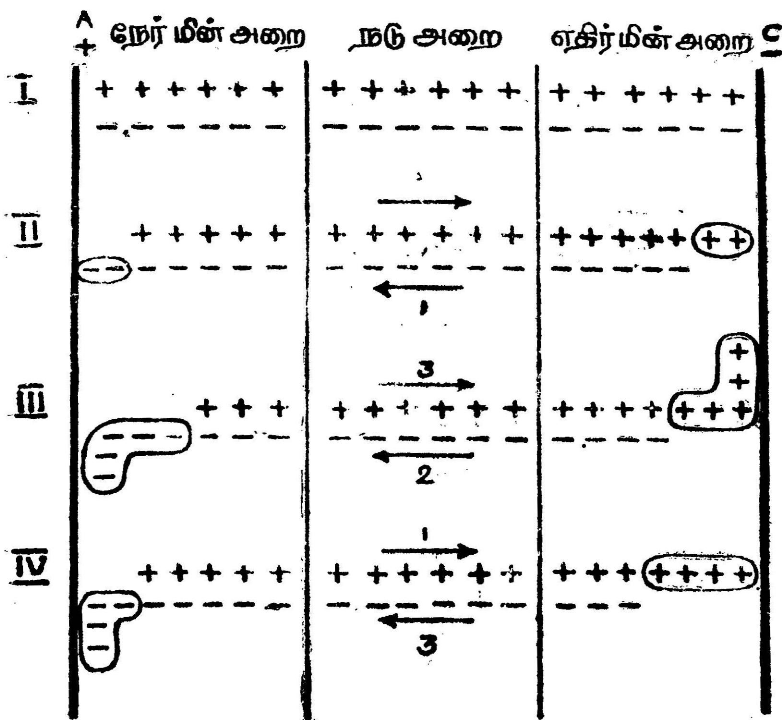
(3) மின் பகுப்பு வினையினுல் மின் பகு பொருள்களின் செறிவு குறைகின்றது. இவ்வாறு ஏற்படும் செறிவுக் குறைவு மின் முனைகளின் அருகில் தான் ஏற்படுகின்றது.

(4) மின் முனைகளின் அருகில் காணப்படும் செறிவுக் குறைவு இரு மின் முனைகளிலும் சமமாக இருக்கவேண்டுமென்பதில்லை. பொதுவாக செறிவுக் குறைவு வேவ்வேறு அளவுகளில்தான் காணப்படுகின்றன.

(5) ஒரு மின்முனையில் காணப்படும் செறிவுக் குறைவும், அந்த மின்முனையினின்று வெளியேறும் அயனியின் வேகமும் நேர் விகித சமமாக இருக்கின்றது.

ஹிட்டர்ஃப் சோதனைகள் மூலம் கண்டறிந்த உண்மைகளை மின்பகுப்பொருள் கரைசலைப் பெற்றுள்ள ஒருமின் பகுப்புக் கலத்தை எடுத்துக்கொண்டு விளக்கலாம். மின் பகுப்புக் கலம் மூன்று அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கற்பனை செய்து கொள்வோம். இறுதி அறைகளை நேர்முனை அறையென்றும்,

எதிர் முனை அறையென்றும் கொள்ளலாம். இரண்டுக்கும் இடையிலுள்ளதை நடு அறை எனக் கொள்வோம். ஒவ்வொரு அறையிலும் எளிதில் மின்பகுப்பொருளின் ஆறு மூலக் கூறுகள் இருப்பதாகக் கொள்வோம். மூலக்கூறுகள் யாவும் பிரிகையடைந்து படத்தில் காட்டியபடி ஆறு இணை அயனிகளாக இருப்பதாகக் கொள்வோம்.



படம் 15.

மேலேயுள்ள படத்தில் (I) ஆரம்ப நிலையைக் காட்டுகின்றது. படத்தில் A, C என்ற தடித்த கோடுகள் முறையே நேர் மின் முனையையும், எதிர்மின் முனையையும் குறிக்கின்றன.

நேர் மின் அயனிகளும், எதிர் மின் அயனிகளும் ஒரே வேகத்தில் நகருவதாகக் கொள்வோம். அவைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குப் பின் இருக்கும் நிலையைப் படத்தில் II காட்டு

கின்றது. ஒவ்வொரு மின் முனையிலும், இரண்டு அயனிகள் இணையின்றி தனித்துள்ளன. இந்த அயனிகள் மின்னிறக்கம் அடைகின்றன இந்த மின்பகுப்பு வினையினால் இரு மின்முனைகளிலும் சமான அளவுகளில்தான் அயனிகள் மின்னிறக்கம் அடைகின்றன. மின்முனைகளில்தான் மின்பகு வினையின் வினை பொருள்கள் விடுபடுகின்றனவேயொழிய, நடு அறையில் பொருள்கள் விடுபடுவதில்லை. நேர்மின் அறையிலும், எதிர்மின் அறையிலும் மின்பகு பொருளின் செறிவு ஆறிலிருத்து ஐந்தாகக் குறைகின்றது. இச்சோதனையில் இரு மின் முனை அறைகளிலும் ஒரே அளவில் செறிவுக் குறைவு காணப்படுகின்றது. அயனிகளின் வேகம் சமமாகவும், ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஒரு அயனி நகருவதாகவும் உள்ளதால், இரு மின்முனை அறைகளிலும் செறிவுக் குறைவு ஒன்றாகவேயுள்ளது.

மற்றொரு சோதனையில், நேர்மின் அயனி (—) குறிப்பிட்ட நேரத்தில் இரண்டு அலகுகள் நகருவதாகவும், அதே நேரத்தில் எதிர்மின் அயனி (+) மூன்று அலகுகள் நகருவதாகவும் கொள்வோம். அயனிகள் அவ்வாறு நகர்ந்த பின் உள்ள நிலையை படத்தில் III காண்பிக்கின்றது. ஒவ்வொரு மின் அறையிலும் 5 (அதாவது 3 + 2) அயனிகள் இணையின்றி காணப்படுகின்றன. இவைகள் மின்னிறக்கம் அடைந்து சமான அளவில் மின்பகுப்பு கலத்திலிருந்து வெளியேறுகின்றன. அயனிகளின் வேகம் வெவ்வேறாக இருப்பினும் சமான அளவில் அயனிகள் மின்னிறக்கமடைவது குறிப்பிடத் தக்கதாகும். இவ் வினையிலும் மின்முனை அறைகளில்தான் மின்பகு வினையின் வினைபொருள்கள் விடுபடுகின்றன. நேர்மின் அறையிலும், எதிர்மின் அறையிலும் மின்பகுப்பொருளின் செறிவு, முறையே ஆறிலிருந்து மூன்றாகவும், ஆறிலிருந்து நான்காகவும் குறைகின்றது. இரு மின்முனைகளிலும் செறிவுக் குறைவு சமமாக இல்லை. நேர்மின் அறையின் செறிவுக் குறைவு (3) அந்த அறையினின்று வெளியேறும் எதிர்மின் அயனிகளினது வேகத்தின் (3) நேர்விகிதத்தில் இருக்கின்றது. இது போன்றே எதிர்மின் அறையின் செறிவுக் குறைவு அந்த அறையிலிருந்து வெளியேறும் நேர்மின் அயனிகளினது வேகத்தின் (2) நேர்விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது.

மற்றுமோர் சோதனையில் நேர்மின் அயனி (—) குறிப்பிட்ட காலத்தில் மூன்று அலகுகள் நகருவதாகவும், அதே காலத்தில், எதிர்மின் அயனி (+) ஒரு அலகு நகருவதாகவும் கொள்வோமானால், படத்தில் VI என்பது அயனிகள் நகர்ந்த பின் உள்ள நிலையைக் குறிக்கின்றது. ஒவ்வொரு மின்முனை அறையிலும்

நான்கு அயனிகள் இணையின்றி தனித்து உள்ளன. இந்த அயனி களே மின்னிறக்கம் அடைவதால், இரு மின் முனை அறைகளிலும் ஒரே சமமான அளவு மின்பகு வினையின் வினைபொருள்கள் விடுபடு கின்றன. முன் சோதனைகளைப் போலவே, இங்கும் நடு அறையில் எவ்வித மாறுதலின்றி வினைபொருள்கள் மின்முனை அறைகளில் தான் விடுபடுகின்றன. இவ் வினையினால் மின்பகுப்பொருளின் செறிவு, நேர்மின் அறையில் ஆறிலிருந்து ஐந்துக்கும், எதிர் மின் அறையில் ஆறிலிருந்து மூன்றுக்குமாக குறைகின்றது. நேர் மின் அறையில் பொருளின் செறிவுக் குறைவு (1) அந்த அறையை விட்டு வெளியேறும் எதிர்மின் அயனிகளின் வேகத்திற்கு (1) நேர் விகிதத்திலுள்ளது. எதிர்மின் அறையின் செறிவுக் குறைவு (3) அந்த அறையை விட்டு வெளியேறும், நேர்மின் அயனியின் வேகத்திற்கு (3) நேர் விகிதத்தில் அமைகின்றது.

ஹிட்டார்ஃபின் கண்டறிதல்களிலிருந்து, மின்னோட்டம் அயனிகளால் ஏற்படும் பொழுது இரு வித சுமைகளைத் தாங்கிய அயனிகளும், மின்னேற்றத்திற்குக் காரணமாக உள்ளன என்பதும் தெரிகின்றது. மேலும், மின்னிறக்க மடைந்த அயனிகளின் கூட்டுத் தொகையும் இரண்டு அயனிகளின் வேகங்களின் கூட்டுத் தொகையும், நேர் விகிதச்சமமாக இருக்கின்றதும் புலனாகின்றது. மின்னோட்டம் ஏற்படுவதற்கு இரண்டுவித அயனிகளும் பங்கு பெறுகின்றன. அயனிகளின் வேகம் வெவ்வேறாக இருக்கக் கூடுமாதலால் ஒவ்வொருவித அயனியும் கொண்டு செல்லும் மின்னேற்றத்தின் அளவும், அந்த அயனியின் வேகமும் நேர் விகிதச் சமமாக இருக்குமென்ற முடிவுக்கு வரலாம்.

மின் பெயர்ச்சி எண் (Transport Number)

மின்பகுப்பொருள், மின்கடத்தியாக செயல்படும் பொழுது, ஒரு அலகு மின்னேற்றம் ஏற்படுவதாகக் கொண்டால், அதில் ஒரு பாகம் நேர்மின் அயனிகளாலும், மீதிபாகம் எதிர்மின் அயனி களாலும் ஏற்படும் மொத்த அளவில் ஒவ்வோர் அயனியும் கொண்டு செல்லும் பின்ன மின்னேற்றத்திற்கு அந்த அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண் (Transport number) என்று பெயர்.

நேர்மின் அயனி எடுத்துச் செல்லும் மின்னேற்றத்தின் பின்ன அளவை 'n' என்ற குறியீட்டால் குறிப்பது 'n' என்ற குறியீடு நேர்மின் அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண்ணைக் குறிக்கும். எனவே எதிர்மின் அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண்ணை $(1 - n)$ எனக் குறிக்க வேண்டும்.

நேர்மின் அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண், நேர்மின் அயனியின் வேகத்திற்கு நேர்விகித சமமாயுள்ளது. நேர்மின் அயனியின் வேகம், எதிர்மின் அறையில் மின்பகுப்பினுல் ஏற்படும் செறிவுக் குறைவுக்கு நேர்விகித சமமாயுள்ளது. இது போன்றே எதிர்மின் அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண், அந்த அயனியின் வேகத்திற்கு நேர்விகித சமமாகவும், அதன் வேகம் நேர்மின் அறையில் ஏற்படும் செறிவுக் குறைவுக்கு நேர்விகித சமமாயுள்ளது.

நேர்மின் அயனியின் மின் பெயர்ச்சி எண்

$$\text{எதிர்மின் அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண்} = \frac{n}{(1-n)}$$

$n \propto$ நேர் மின் அயனியின் வேகம் $\propto$

எதிர் மின் அறையில் செறிவுக் குறைவு.

$(1-m) \propto$ எதிர் மின் அயனியின் வேகம் $\propto$

நேர் மின் அறையில் செறிவுக் குறைவு.

$$\therefore \quad \frac{m}{1-m} = \frac{\text{நேர்மின் அயனியின் வேகம்}}{\text{எதிர்மின் அயனியின் வேகம்}}$$

$$= \frac{\text{எதிர்மின் அறையில் செறிவுக் குறைவு}}{\text{நேர்மின் அறையில் செறிவுக் குறைவு}}$$

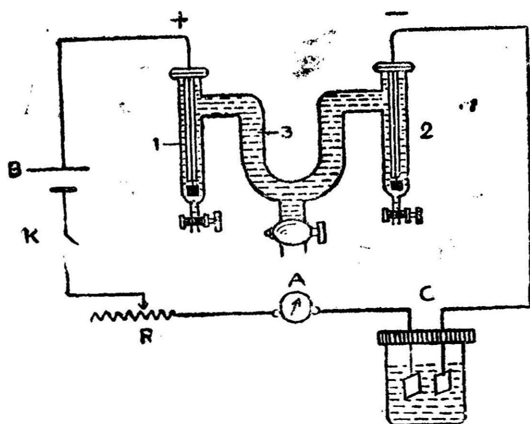
அயனிகளின் வேகத்தை அளவிடுவதைவிட, மின் அறைகளில் ஏற்படும் செறிவுக் குறைவுகளை, தகுந்த சோதனைகள் மூலம் எளிதில் கண்டறியலாம். எனவே மின்பெயர்ச்சி எண்களைக் கணக்கிட கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டை பயன்படுத்தலாம்.

$$\frac{n}{(1-n)} = \frac{\text{எதிர்மின் அறையில் செறிவுக் குறைவு}}{\text{நேர்மின் அறையில் செறிவுக் குறைவு}}$$

மின்பெயர்ச்சி எண்ணை அளவிடல்

மின்பகுப்பொருளிலுள்ள உறுப்புகளின் மின்பெயர்ச்சி எண்களை அளவிட மின்பெயர்ச்சி அளவிடும் சாதனத்தை (Transport number apparatus) பயன்படுத்துகிறோம். இச் சாதனம் படத்தில் காட்டியபடி மூன்று அறைகளைக் கொண்டதாக இருக்கின்றது. ஒவ்வொரு அறையிலுமுள்ள கரைசலை வெளி யேற்றுவதற்குச் சுலபமாக அறைகளின் கீழ் அடைப்பான்கள்

(stoppers) அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இறுதி அறைகளாக அமைந்துள்ளவைகளில் மின்முனைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் ஒரு அறை நேர்மின் அறையாகவும், மற்றது எதிர்மின் அறையாகவும் செயல்படுகின்றன. தடித்த உலோகக் கம்பிகள் மின்முனைகளாக அமைந்துள்ளன.



படம் 16.

மின்பெயர்ச்சி எண்ணை அளவிடும் சோதனையில் மின்பகுப் பொருளின் கரைசலின் செறிவை தகுந்த பருமனறி பகுப்பின் மூலம் கண்டறிய வேண்டும். பின் இந்தக் கரைசலை மின்பெயர்ச்சி எண் அளவிடும் கருவியிலுள்ள மூன்று அறைகளிலும், முழுமையாக நிரப்பிக்கொள். இச்சாதனத்திலுள்ள மின் முனைகளை படத்தில் காட்டியபடி ஒரு மின் அடுக்கு, (B) மின் சுற்றைப் பூர்த்தி செய்யும் சாவி (K) மின்தடை மாற்றி (R) மில்லி ஆம் மீட்டர் (A) காப்பர் கூலா மீட்டர் (C) இவற்றுடன் தொடர் இணைப்பாக அமைத்துக் கொள்.

மின் சுற்றில் 0·1 ஆம்பியர் மின்திறனை சுமார் 3 அல்லது 4 மணி நேரம்வரை செலுத்தினுல் கணிசமான அளவு காப்பர், காப்பர் கூலா மீட்டரின் எதிர்மின் முனையில் படிந்திருக்கும். மின்னோட்டத்தை நிறுத்தி காப்பர் கூலா மீட்டரின் எதிர்மின் முனையில் படிந்திருக்கும் காப்பரின் எடையைக் காண்பதன் மூலம் மின்சுற்றில் சென்ற மின்னேற்றத்தின் அளவைக் கண்டறிக. மின் பெயர்ச்சி எண் சாதனத்தின் 1, 2, அறைகளிலுள்ள கரைசல்களை,

தனித்தனியே இரண்டு முகவையில் சேகரித்து, அவற்றின் செறிவுகளை தகுந்த சோதனைகள் மூலம் காண்க.

இவற்றிலிருந்து நேர்மின் அறையிலும், எதிர்மின் அறையிலும், மின்னேட்டத்தினுல் ஏற்பட்ட செறிவுக் குறைவு களைக் கணக்கிடலாம். காப்பர் கூலா மீட்டரின் உதவியால், மொத்த மின்னேற்றத்தையும் கணக்கிடலாம். இவற்றிலிருந்து மின்பகுப்பொருளில் அடங்கியுள்ள உறுப்புகளின் மின்பெயர்ச்சி எண்களை எளிதில் கணக்கிடலாம்.

மின்பெயர்ச்சி எண் சாதனத்தில் நடு அறையிலுள்ள (3) கரைசலை தனியாகச் சேகரித்து அதன் செறிவை அளவிட வேண்டும். கரைசலின் செறிவு மாறுபடாமலிருந்தால் சோதனை வெற்றியடைந்ததாகக் கொள்ளலாம். கரைசலின் செறிவில் மாறுதலிருப்பின் மின்பெயர்ச்சி எண் சாதனத்தில் இருக்கும் கரைசல் முழுவதையும் வெளியேற்றியபின், புதிதாகக் கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு சோதனையைத் திரும்பச் செய்யவேண்டும்.

மின்பெயர்ச்சி எண் அளவிடும் சோதனைகளை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் பிரிவில் மின்பெயர்ச்சி எண் சாதனத்திலுள்ள மின்முனைகள் மின்பகுப்பு வினையில் பங்கு பெறுவதில்லை ; இரண்டாவது பிரிவில் மின்முனைகள் மின்பகுப்பு வினை பொருள்களால் பாதிக்கப்பட்டு கரைசலின் செறிவு மாற்றத்தில் பங்கு பெறுகின்றன. இச் சோதனைகளில் மின் பெயர்ச்சி எண்களை கணக்கிடும் வழிமுறைகளை பின்வரும் மாதிரிக் கணக்குகளால் விளக்கலாம்.

மின்முனைகள் மின்பகுப்பு வினைபொருள்களால் தாக்கப்படாத நிலையில் :

மாதிரிக் கணக்கு 1.

பிளாட்டின மின்முனைகள் பொருந்திய மின்பெயர்ச்சி எண் சாதனத்தில், 0·059 கிராம் சோடியம் ஹைடிராக்சைடு 100 மி.லி. கரைசலில் கரைந்துள்ள கரைசல் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. மின்பகுப்பு நிகழ்ச்சிக்குப் பின்எதிர் மின்முனை அறையிலுள்ள 100 மி லி. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் 0·06315 கிராம் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு இருந்தது. அதே மின்சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு வெள்ளி கூலா மீட்டரில் 0 05216 கிராம் வெள்ளி எதிர்மின் முனையில் படிந்தது. சோடியம், ஹைட்ராக்சைடு ஆகிய அயனிகளின் மின்பெயர்ச்சி எண்களைக் கணக்கிடுக.

0·5216 கிராம் வெள்ளியைப் படியச் செய்யும் மின்னோட்டம் மின்பகுப்பு செய்யக்கூடியம் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடின் எடை } $= 0\cdot5216 \times \frac{40}{108}$

$= 0\cdot01932$ கிராம்

எதிர்மின் முனையில் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு எடையில் ஏற்றம் } $= \cdot06315 - 0\cdot059$

$= \cdot004\ 15$ கிராம்

ஹைட்ராக்சைடு அயனிகள் எதிர் மின் அறையிலிருந்து வெளியேரு மல் இருந்தால் இருக்கக் கூடிய எடையில் ஏமற்றம் } $= 0\cdot01932$ கிராம்

∴ ஹைட்ராக்சைடு அயனிகள் எதிர் மின் அறையை விட்டு வெளி யேறியதால் ஏற்பட்ட எடை குறைவு } $= \cdot01932 - \cdot00415$

$= \cdot01517$

எனவே ஹைட்ராக்சைடு அயனி யின் மின்பெயர்ச்சி எண் } $= \frac{0\cdot01517}{0\cdot01932}$

$= 0\cdot785$

சோடியம் அயனியின் மின் பெயர்ச்சி எண் } $= 1 - 0\cdot785$

$= 0\cdot215$

மின்முனைகள் மின்பகுப்பு வினைபொருள்களால் தாக்கப்படும் நிலையில்.

மாதிரிக் கணக்கு 2.

சில்வர் மின்முனைகள் அமைத்துள்ள ஒரு மின்பெயர்ச்சி எண் சாதனத்தில், 11·9 கிராம் கரைசலில் 0·105 கிராம் சில்வர் நைட்ரேட் உள்ள கரைசல் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டது. மின் பகுப்பு நிகழ்ச்சி முடிவுற்றபின், நேர்மின் முனையிலிருந்த 23·88 கிராம் எடையுள்ள கரைசலில் 0·272 கிராம் சில்வர் நைட்ரேட் இருந்தது. அதே மின்சுற்றிலிருந்த காப்பர் கூலா மீட்டரின் எதிர்மின் முனையில் 0·0247 கிராம் காப்பர் படிந்திருந்தது. சில்வர் அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண்ணைக் கணக்கிடுக.

0·105 கிராம் எடையுள்ள சில்வர் ஹைட்ரேட் கரைசலிலுள்ள நீரின் எடை } = 11·9—0·105

= 11·795 கிராம்

23·88 கிராம் எடையுள்ள கரை சலில் நீரின் எடை } = 23·88—0.272

= 23·608 கிராம்

மின்பகுப்புக்கு முன்பு, 23·608 கிராம் எடையுள்ள நீரில் கரைந் துள்ள சில்வர் நைட்ரேட்டின் எடை } $= \frac{0·105 \times 23·608}{11·796}$

= 0·2102 கிராம்

மின்பகுப்புக்கு முன்பு 23·608 கிராம் நீரி லுள்ள சில்வர் நைட்ரேட்டின் கிராம் சமான எடை } $= \frac{0·2102}{170}$ = ·001237

மின்பகுப்புக்குப் பிறகு 23·608 கிராம் நீரி லுள்ள சில்வர் நைட்ரேட்டின் கிராம் சமான எடை } $= \frac{0·272}{170}$

= 0·001601

காப்பர் கூலா மீட்டரில் படிந்துள்ள காப்பரின் கிராம் சமான எடை } $= \frac{0·0247}{31·8}$

= 0·007767

∴ வெள்ளி அயனிகள் நேர்மின் அறையை விட்டு வெளியேருவிடில் நேர்மின் அறையில் இருக்கக்கூடிய சில்வர் நைட்ரேட் (கிராம் சமான எடையில்) } = 0·001237 + 0 0007767

= 0·0020137

ஆனல் மின்பகுப்பு நிகழ்ச்சிக்குப் பின் நேர்மின் அறையில் இருந்த சில்வர் நைட்ரேட் } = 0·001601

∴ நேர்மின் அறையிலிருந்து வெளி யேறிய வெள்ளி } = 0.0020137 — 0·001601

$= 0.0004127$

சில்வர் அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண் $= \frac{0.0004127}{0.0007767} = \cdot 5309$

மாதிரிக் கணக்கு 3.

காப்பர் மின்முனைகள் பொருத்தப்பட்ட ஒரு மின்பெயர்ச்சி எண் சாதனத்தில் 0·2 மோலால் (molal) செறியுள்ள காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசல் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டது. மின்சுற்றில் சில்வர் கூலா மீட்டரைப் பொருத்தி, மின் செலுத்தியதில் 0·0405 கிராம் வெள்ளி, கூலா மீட்டரின் எதிர்மின் முனையில் படிந்தது. சோதனையின் முடிவில் மின்பெயர்ச்சி எண் சாதனத்தின் எதிர் மின் அறையிலுள்ள 36·434 கிராம் எடையுள்ள காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலில் ·4415 கிராம் காப்பர் இருப்பதாக பருமனளவு பகுப்பியல் மூலம் அறியப் பட்டது. காப்பர், சல்ஃபேட் அயனி களின் மின்பெயர்ச்சி எண்களைக் கணக்கிடுக.

மின் பகுப்பின் முடிவில் எதிர் மின் அறையிலுள்ள 36·434 கிராம் காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலிலுள்ள காப்பரின் எடை $= \cdot 4415$ கிராம்

·4415 கிராம் காப்பரைப்பெற்றுள்ள காப்பர் சல்ஃபேட்டின் எடை $= \cdot 4415 \times \frac{159.5}{63.5}$

$= 1.109$ கிராம்

∴ கரைசலில் நீரின் எடை $= 36.434 - 1.109$

$= 35.325$ கிராம்

மின் பகுப்புக்கு முன் கரைசலின் செறிவு $= 0.2$ மோல்

35·225 கிராம் நீருடன் (மின்பகுப்புக்கு முன்பு) கரைந்துள்ள காப்பர் சல்ஃபேட்டின் எடை $= \frac{0.2}{1000} \times 15.95 \times 35.325$

$= 1.1276$ கிராம்

மின்பகுப்பு வினையினால் எதிர்மின் அறையில் ஏற்பட்ட காப்பர் சல்ஃபேட்டின் எடைக் குறைவு $= 1.1276 - 1.109$

$= 0.0186$ கிராம்

0·0186 கிராம் காப்பர் சல்ஃபேட் என்பது கிராம் சமான எடை $= \frac{2 \times \cdot 0186}{159 \cdot 6}$

$= \cdot 000233$

சில்வர் கூலா மீட்டரில் படிந்த வெள்ளியின் அளவு $= \cdot 0405$ கிராம்

0 0405 கிராம் வெள்ளி கிராம் சமமான எடை அளவில் $= \frac{0 \cdot 0405}{107.87}$

$= 0 \cdot 000375$

ஃமின்பகுப்புக் கலத்தில் எதிர் முனை அறையில் படிந்த காப்பரினால் ஏற்படும் எடைக் குறைவு (கிராம் சமான எடையில்) $= 0 \cdot 000375$

ஆனால் சோதனையில் கண்ட உண்மையான எடைக்குறைவு (கிராம் சமான எடையில்) $= 0 \cdot 000233$

∴ செறிவுக் குறைவு $= \cdot 000375$

$- \cdot 000233$

$= \cdot 000142$ கிராம்

000·142 கிராம் சமான எடையுள்ள காப்பர் அயனி எதிர்மின் முனை அறைக்கு வந்திருக்கவேண்டும்.

∴ காப்பர் அயனியின் மின் பெயர்ச்சி எண் $= \frac{0 \cdot 000142}{0 \cdot 000375}$

$= 0 \cdot 379$

சல்ஃபேட் அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண் $= 1 - 0 \cdot 379$

$= \mathbf{0 \cdot 621}$

அயனிகளின் தனி வேகங்களிலிருந்து மின்பெயர்ச்சி எண்களை அளவிடுதல்

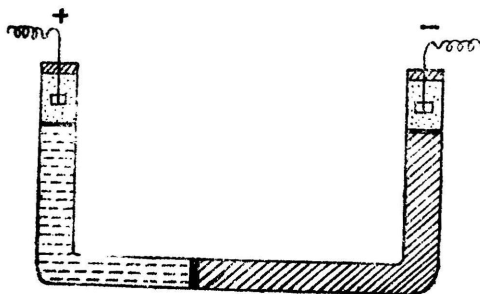
(Determination of transport number from the Absolute Velocities of Ions)

ஒரு அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண் அதன் வேகத்திற்கு நேர்விகித சமமாக இருப்பதால், ஓர் அயனியின் தனி வேகத்தை

அளப்பதன் மூலமும் அதன் மின்பெயர்ச்சி எண்ணை நேரிடையாகக் கணக்கிடலாம்.

ஒரு அயனியின் தனி வேகம், அதன் தன்மை, கரைசலின் செறிவு, மின் அழுத்த வேறுபாடு இவற்றைப் பொருத்து இருக்கும். அயனியின் தனி வேகத்தைக் குறிப்பிடும்பொழுது, அது ஒரு வோல்ட் அழுத்த வேறுபாட்டில், ஒரு வினுடியில் செல்லும் தூரத்தை (செண்டி மீட்டர் அலகில்) குறிப்பிடுவது வழக்கம்.

அயனியின் வேகம், எலெக்ட்ரானின் வேகத்திற்கு ஒப்பிடும் பொழுது மிக மிகக் குறைவாக இருக்கின்றது. மிக அதிகமாக நகரும் ஹைட்ரஜன் அயனியின் வேகம் ஒரு வோல்ட் மின் அழுத்த வேறுபாட்டிற்கு ஒரு விஞடியில் சுமார் 0·003 செ.மீ. ஆகத்தான் உள்ளது. சில அயனிகளின் வேகத்தை நகரும் வரம்பு முறையால் அளவிடலாம் ஹைட்ரஜன் அயனியின் வேகத்தைக் கீழ்க்கண்ட சோதனையின் மூலம் அளவிடலாம்.

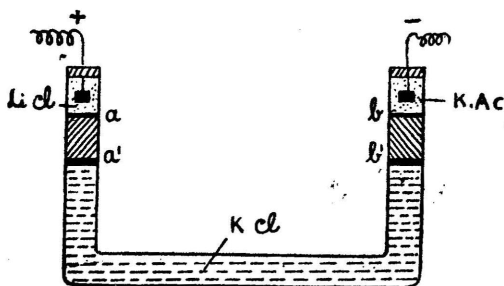


படம் 17.

ஒரு துளி சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலையும், பினால் ∴ ப்தலீனையும் சேர்த்த செந்நிறமுள்ள அகரகர் (Agar Agar) இருகிய பாகைப் படத்தில் காட்டியபடி "ப" அமைப்புள்ள குழாயில் எடுத்துக் கொள். நேர்மின் முனையிருக்கும் பக்கக் குழலில் நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தையும், எதிர்மின் முனை இருக்கும் பக்கக் குழலில் சோடியம் சல்ஃபேட் கரைசலையும் எடுத்துக் கொள். மின்முனைகளை மின்அடுக்குடன் இணைத்து, மின் செலுத்தும்பொழுது ஹைட்ரஜன் அயனி, எதிர்மின் முனையை நோக்கி நகருகின்றது. எதிர்மின் முனையிலிருந்து சல்ஃபேட் அயனி நேர்மின் முனையை நோக்கி நகருகின்றது.

ஹைட்ரஜன் அயனி நகரும்பொழுது அகரகர் பாகிலுள்ள காரத்தை முறிக்கின்றது. ஹைட்ரஜன் அயனி நகருவதும் அதனால் காரம் அழிவதும் படிப்படியாக அகரகர் பாகின் செந்நிறம் மாறுவதிலிருந்து அறியலாம். நிறம் மாறும் வேகத்தை அளப்பதன் மூலம், ஹைட்ரஜன் அயனியின் வேகத்தை நேரிமுக மாக அளக்கலாம். இம்மாதிரிச் சோதனைகளில் ஹைட்ரஜன் அயனியின் வேகத்தை மட்டும்தான் அளக்கமுடியும்.

கரைசல்களின் ஒளி விலகல் எண்களின் (Refractive indexes) வேறுபாட்டை அளந்தும், அயனிகளின் மின் பெயர்ச்சி எண்களைக் கணக்கிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக, பொட்டசியம் குளோரைடில் (Potassium chloride) உள்ள அயனிகளின் வேகங்களை அளக்கும் முறையை விவரிக்கலாம்.



படம் 18.

பொட்டாசியம் குளோரைடு உப்புக் கரைசலைப் படத்தில் காட்டியபடி ஒரு 'ப' வடிவக் குழாயில் எடுத்துக்கொள். இக் கரைசலுக்கு மேல், நேர்மின் அயனி அறையில் லித்தியம் குளோரைடுக் கரைசலையும் எதிர்மின் அயனி அறையில் பொட்டாசியம் அசிட்டேட் கரைசலையும் படத்தில் காட்டியவாறு எடுத்துக்கொள்.

நேர்மின் முனை அறையிலுள்ள கரைசலின் நேர்மின் அயனியும், எதிர்மின்முனை அறையிலுள்ள கரைசலின் எதிர்மின் அயனியும், எடுத்துக் கொண்ட கரைசலின் அயனிகளும் பொதுவாக இருக்கவேண்டும். படத்தில் a-யும், b-யும், மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுவதற்குமுன் இருக்கின்ற தொடக்க வரம்புகளாகும். சிறிது நேரம் மின்னோட்டம் செலுத்திய பின்பு

இந்த வரம்புகள் முறையே a'-க்கும், b'-க்கும் நகருகின்றன. இந்த அளவீடுகளை. தகுந்த முறையில் கண்டறிந்து மின் பெயர்ச்சி எண்களைக் கணக்கிடலாம்.

கணக்கிடுதல்

பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலிலுள்ள குளோரைடு அயனிகள் நேர்மின் முனையை நோக்கிச் செல்லும்பொழுது, அசிட்டேட் அயனிகள் அவற்றின் பின் நகருகின்றன.

∴ குளோரைடு அயனி நகரும் தூரம் $= bb'$

பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலிலுள்ள பொட்டாசியம் அயனிகள் a-யிலிருந்து a' நகரும்பொழுது அவற்றின் பின் லித்தியம் அயனிகள் நகருகின்றன.

பொட்டாசியம் அயனி நகரும் தூரம் $= aa'$

குளோரைடு அயனி (நேர்மின் அயனியின்) மின் பெயர்ச்சி எண் (n) $$= \frac{bb'}{aa' + bb'}$$

பொட்டாசியம் அயனி (எதிர்மின் அயனி)யின் மின் பெயர்ச்சி எண் $$= \frac{aa'}{aa' + bb'}$$

மின்பெயர்ச்சி எண்களை அளந்து கண்ட முடிவுகள்

மின்பகுப் பொருள்களில் அடங்கியுள்ள எளிய அயனிகளின் மின்பெயர்ச்சி எண்களைப் பல்வேறு மின்அழுத்தத்திலும் வெப்ப நிலைகளிலும், அளவிடச் சில உண்மைகள் தெரிகின்றன. அயனிகளின் மின்பெயர்ச்சி எண்கள், மின் அழுத்த வேறுபாட்டாலோ, மின்அடர்த்தி (current density = c × t)யினாலோ மாறுபடுவதில்லை. ஓர் அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண், மின் பகுப் பொருளிலுள்ள மற்றோர் அயனியின் தன்மையைப் பொருத்துள்ளது, ஒற்றை இணை திறனுள்ள அயனிகளின் மின் பெயர்ச்சி எண்கள் வெப்ப நிலை உயரும்பொழுது 0·5 மதிப்பை நோக்கி நகருகின்றது.

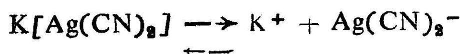
அணைவு அயனிகள் (Complex Ions)

அயனிகள் மின் பெயர்ச்சி எண்களை எளிய முறையில் அளவிடும்பொழுது மின் முனைகளைச் சுற்றி ஏற்படும் மின்பகுப்

பொருளின் செறிவு மாற்றங்களைக் கொண்டு கணக்கிடுகிறோம். பொதுவாக, ஓர் உப்பில் உலோக அயனியும், அலோக அயனியும் இருப்பதாகக் கொள்கிறோம். உலோக அயனி நேர் மின் சுமையைத் தாங்கியுள்ளதால் அது எதிர்மின்முனையை நோக்கி நகருகின்றதென்றும், அதன் வேகத்துக்கு அல்லது எடுத்துச் செல்லும் மின் பகுதிக்கு (மின்பெயர்ச்சி எண்) தகுந்தாற் போல் நேர்மின் முனையில் செறிவுக் குறைவு ஏற்படுவதாகவும் கருதுகிறோம். இதுபோன்றே எதிர்மின் சுமைகளைத் தாங்கிய அலோக அயனிகள், நேர்மின் முனையை நோக்கிச் செல்வதால், அதன் வேகத்துக்கு அல்லது அது எடுத்துச் செல்லும் மின்பகுதிக்குத் (மின் பெயர்ச்சி எண்) தகுந்தாற் போல் எதிர்மின் முனையில் செறிவுக் குறைவு ஏற்படுவதாகக் கருதுகிறோம்.

சில மின்பகுப் பொருள்களை ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளும் பொழுது மின்பகுப் பொருளிலுள்ள உலோக பாகம் எதிர் மின் முனைப் பக்கம் செல்லாமல், நேர் மின் முனைக்குச் செல்வதைக் காண்கிறோம். எடுத்துக்காட்டாக, பொட்டாசியம் சயனைடு கரைசலில் கரைந்துள்ள சில்வர் சயனைடு கரைசலை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இக்கரைசல் மின்பகுப்பு அடையும் பொழுது சில்வர் நேர்மின் முனைப் பக்கம் செல்வதைக் காண்கிறோம். எனவே, சில்வர் எளிய அயனியாக இல்லாமல் எதிர்மின் சுமையைத் தாங்கியுள்ள ஓர் அணைவு அயனியாக மேலே செல்லப்பட்ட நிலையில் உள்ளதென்பது தெரிகின்றது சில்வர் சயனைடு அணைவு அயனி உண்டாவதைக் கீழ்க் காணும் சமன் பாடால் குறிக்கலாம்.


$$KCN + AgCN \longrightarrow K[Ag(CN)_2]$$


$$K[Ag(CN)_2] \rightleftharpoons K^+ + Ag(CN)_2^-$$

இவ்வாறே, இரும்பு, மக்னீசியம், துத்தநாகம், காட்மியம் போன்ற உலோகங்கள் சில மின்பகுப் பொருள்களில் அணைவு அயனிகளாக உள்ளன என்பது மின் பெயர்ச்சி எண்களை அளவுறும் சோதனைகளால் நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

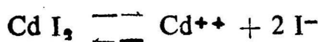
சில மின்பகுப் பொருள்களின் அயனிகள் அடர்வு மிகுந்த கரைசல்களில் அணைவு அயனிகளாகவும், நீர்த்த கரைசல்களில் எளிய அயனிகளாகவும் விளங்குவதை, மின் பெயர்ச்சி எண்களை அளவிடும் சோதனைகளால் நிரூபிக்கலாம். காட்மியம்

அயோடைடு உப்பின் கரைசலில் காட்மியம் அயனியின் மின் பெயர்ச்சி எண் கரைசலின் செறிவை யொட்டி மாறுகின்றது.

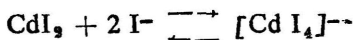
காட்மியம் அயோடைடின் செறிவு 1 கிராம் சமான எடை/ லிட்டர் (c)	0·01	0·02
மின்பெயர்ச்சி எண் (t^+)	0·444	0·443

c	0·05	0·1	0·5	1·0
t^+	0·396	0·296	—0·003	—0·42

காட்மியம் அயோடைடின் நீர்த்த கரைசலில் காட்மியம் அயனி எதிர்மின் அயனியாக இருக்கின்றது. கரைசலின் செறிவு அதிகமாக அதிகமாக, காட்மியம் அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண் குறைந்துகொண்டே சென்று, ஒரு நிலையில் நேர்மின் அயனியாக மாறுகின்றதென்பது தெரிகின்றது. அதிக செறிவுள்ள காட்மியம் அயோடைடு கரைசலில், காட்மியம் ஓர் அணைவு அயனியின் பாகமாக இருக்கவேண்டுமென்ற முடிவுக்கு மின் பெயர்ச்சி எண்களை அளவிடுவதன் மூலம் அறிய முடிகின்றது. இதனை விளக்க இரண்டு அயோடைடு அயனிகள், காட்மியம் அயோடைடு மூலக்கூறுடன் கூடி, இரண்டு எதிர்மின் சுமைகளைத் தாங்கிய அணைவு அயனியைக் கொடுப்பதாகக் கருதவேண்டும்.



$$CdI_2 \rightleftharpoons Cd^{++} + 2I^-$$



$$CdI_2 + 2I^- \rightleftharpoons [CdI_4]^{--}$$

நீர்சூழ் அயனிகள் (Hydrated Ions)

மின்பகுப் பொருள்கள் நீரில் கரையும்பொழுது அயனிகளை நீர் மூலக்கூறுகள் சூழ்ந்துகொள்கின்றன. ஓர் அயனியைச் சுற்றியுள்ள நீர் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அந்த அயனியின் தன்மைகளைப் பொருத்தேயுள்ளது. அயனிகளை நீர் மூலக் கூறுகள் சூழ்ந்துள்ளதையும், அதனால் ஏற்படும் விளைவுகளையும், அயனிகளின் மின்பெயர்ச்சி எண்களை அளவிடுதல் மூலமாகவும் அறியலாம்.

லித்தியம், சோடியம், பொட்டாசியம், அயனிகளின் உருவ அமைப்பையும், அவற்றின் எடைகளையும் ஒப்பிடுவோமானால், லித்தியம் அயனி (Li^+) மிகச் சிறியதாயும், பொட்டாசியம் அயனி (K^+) பெரியதாயும், சோடியம் அயனி (Na^+) அவற்றின் இடையிலுள்ளதாகவும் கொள்ளலாம். ஓர் அயனியின் மின் பெயர்ச்சி எண் அதன் வேகத்திற்கு நேர்விகிதச் சமமாக இருக்குமாதலால், சிறிய லித்தியம் அயனியின் மின்பெயர்ச்சி எண் அதிகமாகவும், பெரிய பொட்டாசியம் அயனியின் மின் பெயர்ச்சி எண் குறைவாகவும் இருக்குமென்று எதிர்பார்க்கலாம்.

ஆனால், இந்த அயனிகளின் மின்பெயர்ச்சி எண்கள் எதிர் பாராத வகையில் உயருகின்றன.

அயனி	Li^+	Na^+	K^+.
மின் பெயர்ச்சி எண்	0·32	0 39	0·49

இக் கண்டறிதல், லித்தியம் அயனியைச் சுற்றி நீர் மூலக் கூறுகள் சூழ்ந்துள்ளதைக் காண்பிக்கின்றது. உருவில் சிறிதான லித்தியம் அயனியைச் சுற்றி வன்மையான நிலை மின்புலம் ஏற்படுகின்றது. இதனால் முனைவாக்கப்பட்ட நீர் மூலக்கூறுகள் (Polarised water molecules) அதிக அளவில் லித்தியம் அயனியைச் சூழ்ந்துகொள்கின்றன. பொட்டாசியம் அயனியைச் சுற்றி மிகவும் குறைவான நிலை மின்புலம் (electrostatic field) உள்ளதால், நீர்மூலக் கூறுகள் இந்த அயனியால் அதிக அளவில் ஈர்க்கப்படுவதில்லை. அதிக நீர் மூலக் கூறுகள் சூழப்பட்ட லித்தியம் அயனி, குறைவான அளவில் நீர் மூலக் கூறுகள் சூழப் பட்ட பொட்டாசியம் அயனியைவிடப் பருமனளவில் அதிகமாக வுள்ளது. எனவே, லித்தியம் அயனி, மெதுவாக நகருவதால், அதன் மின் பெயர்ச்சி எண் பொட்டாசியம் அயனியைவிடக் குறைவாக உள்ளது.

மின்கடத்துத் திறன் (Electrical Conductance)

ஒரு மின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் மின்தடையானது (R), மின்னோட்டத்திலுள்ள மின்அழுத்த வேறுபாட்டையும் (E), மின் திறனையும் (I) பொருத்திருக்கும். இவற்றிற்குமுள்ள தொடர்பைக்

குறிக்கும் விதியை ஓம் விதியென அழைக்கின்றோம். ஓம் விதியைக் கீழ்க் காணும் சமன்பாடால் குறிக்கலாம்.

$$R = \frac{E}{I}$$

R = மின்தடை (ஓம் அலகில்)

E = மின்அழுத்த வேறுபாடு (வோல்ட் அலகில்)

I = மின்திறன் (ஆம்பியர் அலகில்)

உலோகக் கம்பிகளை மின்கடத்திகளாகப் பயன்படுத்தும் பொழுது ஓம் விதியைப் பயன்படுத்தி மின்தடையை அளவிடுகிறோம். மின்தடை, மின்கடத்தியின் நீளத்திற்கு நேர்விகித சமமாகவும், கம்பியின் குறுக்களவு பரப்பிற்கு எதிர்விகித சமமாகவும் இருக்கின்றது. இதனை,

$$R \propto \frac{l}{a}$$

R = மின்தடை (ஓம் அலகில்)

l = மின்கடத்தியின் நீளம் (சென்டிமீட்டர் அலகில்)

a = மின்கடத்தியின் குறுக்களவின் பரப்பு (சதுர செ.மீ. அலகில்)

மின்தடை, உலோகத்தின் தன்மையையும் பொருத்திருக்கும். எனவே, மேலே குறிப்பிட்ட சமன்பாட்டை

$$R = \rho \times \frac{l}{a}$$

ρ என்பது மாறிலியாகும். இந்த மாறிலி, உலோகத்தின் தன்மையைப் பொருத்திருக்கின்றது.

கம்பியின் நீளம் ஒரு சென்டிமீட்டராகவும், அதன் குறுக்களவு ஒரு சதுர சென்டிமீட்டராகவும் இருக்கும்பொழுது, $\frac{l}{a}$ என்ற பின்னம் ஒன்றுக்குச் சமமாக ஆகிவிடும். இந் நிலையில் மின்தடையும், மாறிலியும் சமமாக இருக்கும். இந்த மின்தடையை உலோகத்தின் நியம மின் தடைத்திறன் என அழைக்கின்றோம். எனவே, ஒரு சென்டிமீட்டர் நீளமும், ஒரு சதுர சென்டிமீட்டர் குறுக்களவுமுள்ள மின்கடத்தியில் ஏற்படும் மின்தடையை அந்தக் கடத்தியின் நியம மின்தடைத் திறன் என வரையறுக்கலாம்.

இதனை ρ என்ற குறியீட்டால் குறிப்பிடுவது வழக்கம். எனவே,

$$R = \rho \frac{l}{a}$$

இதில் ρ = நியம மின்தடை திறன்.

மின்பகுப்பொருள்கள் மின்கடத்தியாகச் செயல்படும் பொழுதும், மின்தடையைக் காண்கிறோம். ஓம்விதி, மின் பகுப்பொருள்களுக்கும் பொருந்துமாகையால் மின்தடையை ஓம் விதியைப் பயன்படுத்தியே அளவிடலாம்.

மின்பகுப்பொருளுக்கு உள்ள மின்தடையைவிட, மின் தடையின் தலைகீழ்ப் பின்னமாக அமையும் மின்கடத்துதிறனுக்கு (C) முக்கியத்துவம் அதிகம். இம் மின்கடத்துத்திறனை, ohm (ஓம்) என்ற மின் தடை அலகினைத் தலைகீழாக எழுதி mho (மோ) என்ற அலகில் அளவிடுகின்றோம்.

$$C = \frac{I}{R}$$

C = மின்கடத்தும் திறன் (மோ அலகில்)

R = மின்தடை (ஓம் அலகில்)

இவ்வாறே நியம மின்தடைத் திறனின் தலைகீழ்ப் பின்னத்தை நியம மின் கடத்தும் திறன் (specific conductance) என அழைக்கின்றோம். இதனை பொதுவாக K என்ற குறியீட்டால் குறிப்பது வழக்கம்.

$$K = \frac{I}{\rho}$$

K = நியம மின்கடத்துத் திறன்

ρ — நியம மின்தடைத்திறன்.

மின்பகுப்பொருள் கரைசல் அல்லது மின்பகுப்பொருளின் நீர்மம் மின்கடத்தியாக செயல்படும்பொழுது, ஒரு சென்டி மீட்டர் கன சதுரத்தின் மின்கடத்துத் திறனை, அக்கரைசல் அல்லது அந்த நீர்மத்தின் நியம மின்கடத்துத் திறன் என வரையறுக்கலாம்.

மின்பகுப்பொருள்களின் மின்கடத்துத் திறன், பொருள் களின் தன்மையையும், அயனிகளின் எண்ணிக்கையையும்,

அயனிகளின் வேகத்தையும் பொருத்திருக்கும். பல கரைசல் களின் மின்கடத்துத் திறன்களை ஒப்பிடும்பொழுது அக் கரைசல் களின் செறிவு சமமாக இருத்தல் வேண்டும். ஒரு கிராம் சமான எடை மின்பகுப்பொருள் கரைந்துள்ள கரைசலின் மின்கடத்துத் திறன் (equivalent conductivity) என அழைக்கிறோம்.

ஒரு கிராம் சமான எடை மின்பகு பொருளைக் கொண்ட கரை சலின் பருமனளவை (V)யும், அக்கரைசலின் நியம கடத்துத் திறனை (K)யும் பெருக்கினால் கிடைக்கும் பெருக்கல் பலனே, அப் பொருளின் சமான எடை கடத்துத் திறனாகும். இதனை

λ என்ற குறியீட்டால் குறிப்பது வழக்கம்.

$\lambda = K \times V$

λ = மின்பகுப்பொருளின் சமான எடை கடத்துத்திறன்

K = மின்பகுப்பொருளின் நியம கடத்துத்திறன்

V = ஒரு கிராம் சமான எடை மின்பகுப்பொருள் கரைந்துள்ள கரைசலின் பருமனளவு

சில சமயங்களில் கிராம் சமான எடை கடத்துத்திறனுக்குப் பதிலாக, கிராம் மூலக்கூறெடை கடத்துத்திறனைக் காண்பதும் உண்டு. ஒரு கிராம் மூலக்கூறெடை மின்பகுப்பொருளைப் பெற் றுள்ள கரைசலின் மின்கடத்துத் திறன், அதன் கிராம் மூலக் கூறெடை கடத்துத் திறனாகும். இதனை M என்ற குறியீட்டால் குறிப்பது வழக்கம்.

$M = K \times V$

M = கிராம் மூலக்கூறெடை கடத்துத்திறன்

K = மின் பகுப்பொருளின் நியம கடத்துத்திறன்

V = ஒரு கிராம் மூலக் கூறெடை கரைந்துள்ள கரைசலின் பருமனளவு

மின்கடத்துத் திறனை அளவிடல்

உலோகக் கடத்திகளின் மின் தடையை வீட்ஸ்ட்டன் சுற் றமைப்பு (Wheatstone Bridge Circuit) முறையில், அவ்வுலோகக் கடத்தியையே மின் சுற்றாக அமைத்து அளக்கலாம். கம்பியின் விட்டத்தைக் காண்பதன் மூலம், அதன் குறுக்களவை சதுர சென்டி மீட்டரில் (a) கணக்கிடலாம். கம்பியின் நீளத்தை (l

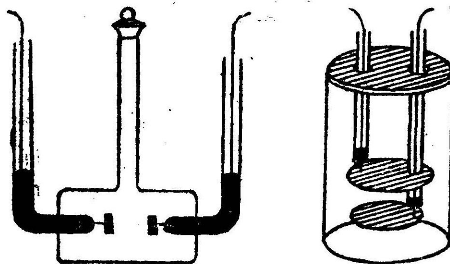
அளந்து கண்டறிதல்களிலிருந்து கம்பி செய்யப்பட்டுள்ள உலோகத்தின் நியம மின்தடையை எளிதில் கணக்கிடலாம்.

$$R = \rho \times \frac{l}{a}$$

$$\rho = R \times \frac{a}{l}$$

மின்பகுப் பொருளின் கரைசல் ஒரு நீர்மமாகையால், அதன் மின்தடையைக் (R) காண்பதற்கு கரைசலை தகுந்த கலத்தில் எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். இக் கலத்தில் அமைக்கப் பட்டுள்ள மின் முனைகளை வீட்ஸ்டன் சுற்றமைப்பில் பொருத்திக் கரைசலின் மின்தடையை அளக்கவேண்டும். இதற்கு மின் கடத்துத் திறன் அறிகலம் (conductivity cell) என்ற சாதனத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

மின்கடத்துத் திறன் அறிகலங்கள் பல அமைப்புகளில் உள்ளன. அவற்றில் இரண்டு வகைகள் படத்தில் காட்டப் பட்டுள்ளன.



படம் 19.

இக்கலன்களின், இருமின் முனைகளின் இறுதிப் பாகமும் வட்ட வடிவ அமைப்பிலுள்ள பிளாட்டினத் தட்டுகளாக இருக்கின்றன. இத்தட்டுகள் தடித்த பிளாட்டின கம்பிகளால் கண்ணாடிக் குழாய்களில் பொருத்தப்பட்டுள்ள கண்ணாடிக் குழாய்களில் ஊற்றப்பட்டுள்ள மர்க்குறியில் செப்புக் கம்பிகளைப் பொருத்தி பிளாட்டின தட்டுகளை மின்முனைகளாகத் செயல் படும்படிச் செய்யலாம்.

மின்பகுப் பொருளின் மின்கடத்துத் திறனை அளவிடும் சோதனையில், கரைசலை மின்கடத்துத் திறன் அறிகலன்களில் எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். வாலை வடிநீருக்குச் சிறிதளவு மின் கடத்துத் திறன் இருக்கிறபடியால், மின்பகுப் பொருளை மின் கடத்துத் திறன் குறைவாக உள்ள நீரில் கரைக்கவேண்டும்.

மின்கடத்து நீர் (Conductivity Water)

சாதாரண வாலை வடிநீருடன், சிறிதளவு அமிலம் கலந்த பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட் கரைசலைக் கலந்து காய்ச்சி வடித்த வாலை வடிநீரை, சில மணிநேரம் திடபேரியம் ஹைட்ராக் சைடுடன் வைத்திருத்தல் வேண்டும். பின் இந்த நீரைக் காய்ச்சி வடித்து, நடுநிலைத் தன்மை வாய்ந்த கண்ணாடிக் குப்பிகளில் சேகரிக்கவேண்டும். குப்பிகள் முழுமையும் நிறைந்தபிறகு, பாரஃபின் தடவிய கண்ணாடித் தக்கைகளால் அக்குப்பிகளை மூடி வைத்திருக்க வேண்டும். இவ்வகைத் தூய நீரை மின்கடத்து நீர் (Conductivity Water) என அழைக்கிறோம். இதன் மின்கடத்துத் திறன் 10^{-6} மோவைவிட குறைவாக இருக்கும். இவ்வகை நீரில் மின்பகுப் பொருளின் கரைசலை எடுத்துக்கொண்டால், சோதனை யில் காணும் மின்கடத்துத் திறனை, மின்பகுப் பொருளுடைய தாகவே கொள்ளலாம்.

மின்கடத்துத் திறன் அறிகலத்திலுள்ள பிளாட்டின மின் முனைகளில், முதன் முதலில் பிளாட்டின துகள்களைப் படியச் செய்யவேண்டும். நன்கு சுத்தம் செய்யப்பட்ட அறிகலத்தில் சிறிதளவு குரோமிக் அமிலக் கரைசலை ஊற்றி, வாலை வடி நீராலும், பின்பு மின்கடத்து நீராலும் கழுவவேண்டும். மிகச் சிறிய அளவு லெட் அசிட்டேட் கலந்துள்ள 3 சதவீத குளோரோ பிளாட்டின அமிலக் கரைசலை அறிகலத்திலுள்ள பிளாட்டின மின்முனைகள் நன்கு முழுகியிருக்கும்படி எடுத்துக்கொள். மின்முனைகள் ஆறு வோல்ட் மின் அழுத்தமுள்ள மின் அடுக்குடன் இணைத்துக்கொள். மின் சுற்றில் ஒரு மின்திசைமாற்றி (Commutator)யைத் தொடர் சுற்றில் அமைத்துக்கொள்.

முதலில் சுமார் 15 நிமிடங்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தியபின், ஒவ்வொரு 30 வினாடிக்கும், திசைமாற்றியின் உதவியால், மின்னோட்டத் திசையை மாற்று. இவ்வாறு சுமார் ஒரு மணி நேரம் செய்தால், பிளாட்டின வட்ட மின் முனைகளில் , ஒழுங்கான முறையில், கருப்பு நிறத்தில் பிளாட்டின துகள்கள் நன்கு படிந்திருக்கும். பிளாட்டின துகள்களின் இடுக்கு களில் சிறிதளவு வாயுப் பொருட்கள் உட் கவரப்பட்டிருக்கக்

கூடும். இவற்றை நீக்க மின்கடத்துத் திறன் அறிகலத்திலுள்ள குளோரோ பிளாட்டினிக் அமிலத்தை வெளியேற்றி, நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலக் கரைசலால் கலத்தை நிரப்பு. மீண்டும் மின்னேட்டத்தை ஒவ்வொரு நிமிடமும் திசையை மாற்றி சுமார் 30 நிமிடங்களுக்குச் செலுத்து. பின், மின்கடத்துத் திறன் அறிகலத்திலுள்ள சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தை வெளியேற்றி, பல முறைகள் மின்கடத்து நீரால் கழுவு. இப்பொழுது அறிகலனிலுள்ள மின் முனைகள், தூய பிளாட்டினத் துகள்களால் நன்கு ஒழுங்கான முறையில் மூடப்பட்டிருக்கும். கலத்தைப் பயன்படுத்தும் வரையிலும் அதில் மின்கடத்து நீரை நிரப்பி வைத்திரு.

மின் பகுப் பொருளின் மின்கடத்துத் திறன், வெப்பநிலை மாறுபாட்டால் பாதிக்கப்படுவதால், மின் கடத்துத்திறன் அளவிடும் சோதனைகளில், அறிகலத்திலுள்ள கரைசல் ஒரே வெப்ப நிலையில் இருக்கவேண்டும். இதற்கு ஒரு சிறந்த வெப்பநிலை இருத்தியை (thermostat) பயன்படுத்தவேண்டும்.

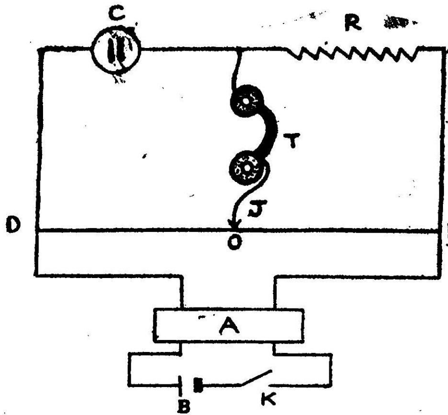
மின் சுற்று (Electrical Circuit)

உலோகக் கடத்திகளின் மின்தடையை அளவிடும்பொழுது வீட்ஸ்டன் சுற்றமைப்பு முறையைப் பயன்படுத்துகிறோம். மின் பகுப்பொருள் கரைசலின் மின்தடையை அளவிடும்பொழுது, நேர்மின்னேட்டத்தைப் பயன்படுத்தினல் சில சிக்கல்கள் உள்ளன.

கரைசலில் மின்னேட்டம் செல்லும்பொழுது மின்பகுப்பு வினையும் நிகழ்கின்றது. இவ்வினையினல் மின்முனைகளின் அருகில் மின்பகுப்பு வினைபொருள்கள் வெளியேறி, கரைசலின் செறிவு குறைகின்றது. சோதனை செய்யும் காலத்தில் இம் மாறுதல் ஏற்படுவதால், சோதனை ஆரம்பத்தில் எடுத்துக்கொண்ட கரைசலின் மின் தடை ஆளக்கப்படுவதில்லை அதற்கு மாருக, செறிவு குறைந்த கரைசலின் மின்தடை அளவிடப்படுகின்றது.

மின்னேட்டம் செல்லும்பொழுது ஏற்படும் மின்பகுப்பு வினையினல், பெரும்பாலும் வாயுக்களே மின் முனைகளில் வெளிவருகின்றன. மின்முனைகளின் பரப்பில் ஒரு அடுக்கு வாயு படிந்துவிடுகின்றது. இதனல் மின்னேட்டத் துருவகரணம் (electrolytic polarisation) ஏற்படுகின்றது. இந்த வாயுப் படலம் மின்கடத்தியாக இருப்பதில்லை. கரைசல், படிந்துள்ள வாயு, இவற்றின் கூட்டு மின்தடையே சோதனையில் அளக்கப்படுகின்றன.

இவற்றைத் தவிர்க்க நேர்மின்னேட்டத்திற்குப் பதிலாக மாற்று மின்னேட்டத்தைப் பயன்படுத்தவேண்டும். மாற்று மின்னேட்டம் செலுத்தப்படும்பொழுது மின்பகுப்பு வினை நிகழ்வதில்லை ஆகையால் மேற்கூறிய சிக்கல்களைத் தவிர்க்கலாம் தூண்டும் சுருள் கம்பியை (Induction coil) பயன்படுத்தி நேர் மின்னேட்டத்திலிருந்து மாற்று மின்னேட்டத்தைப் பெறலாம். சாதாரண மின்னேட்டங்காட்டி (Galvanometer) மாற்று மின் ஓட்டத்தில் உபயோகப்படுத்த முடியாததாகையால், சூன்யப் புள்ளியை அறியத் தகுந்த தொலைபேசி (telephone) சாதனத்தை உபயோகப்படுத்தவேண்டும்.



படம் 20.
A—தூண்டும்சுருள் கம்பி
B—மின் அடுக்கு
C—மின்கடத்துத் திறன் அறிகலன்.
D-E — மீட்டர் சுற்றமைப்புக் கம்பி.
R—பெட்டியிலுள்ள மின் தடை
O—சூன்யப் புள்ளி
T—தொலைபேசி சாதனம்
K—மின் இணைப்புச் சாவி

மேலே காட்டியுள்ள படத்திலுள்ளதைப்போல், மின்பகுப் பொருள் கரைசலைக் கொண்டுள்ள மின்கடத்து அறிகலனை மின்னேட்ட சுற்றில் அமைத்துக்கொள். மின் அடுக்கிலிருந்து மின் இணைப்புச் சாவியை இயக்குவதன்மூலம், தூண்டும் சுருள் கம்பி, DE எனப்படும் மீட்டர் சுற்றுக் கம்பி, மின் கடத்துத்திறன் அறிகலம் ஆகியவை வழியாக மாற்று மின்னேட்டத்தைச் செலுத்தலாம். J என்ற தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் தொடர்பைக் மெதுவாக நகர்த்திக் கொண்டே சென்று, தொலைபேசியில், ஒலி கீழ் மட்டத்திற்குப் போகுமிடத்தில் நிறுத்தி, O என்ற புள்ளியை கண்டறியலாம். மின்சுற்றில் அமைக்கப்பட்டுள்ள R என்ற பெட்டியிலுள்ள மின்தடையின் மதிப்புத் தெரியுமாகையால், மின் கடத்துத்திறன் அறிகலத்திலுள்ள கரைசலின் மின்தடையை கீழ்க் காணும் சமன்பாடால் கணக்கிடலாம்.

$$\frac{\text{மின்பகுப் பொருளின் மின்தடை}}{\text{பெட்டியிலுள்ள மின்தடை (R)}} = \frac{DO}{EO}$$

$$\left.\begin{array}{c}\text{மின்பகுப் பொருளின்}\\ \text{மின்தடை}\end{array}\right\} = \frac{DO}{EO} \times \text{பெட்டியிலுள்ள மின் தடை}$$

மின்பகுப் பொருளின் மின்தடையை அறிந்தவுடன் அதன் தலை கீழ்ப் பின்னம் அதன் மின்கடத்துத் திறனைக் குறிக்கும். ஆனால் நியம மின் கடத்துத் திறனைக் கணக்கிடப் பொருளின் நியம மின்தடை தெரியவேண்டும். இரண்டு மின்முனைகளுக்குமிடையேயுள்ள மின்பகுப் பொருளின் கரைசலால் தான் மின்தடை ஏற்படுகின்றது. எனவே, மின்தடையைக் கணக்கிட இரண்டு மின்முனைகளுக்கிடையே உள்ள தூரமும், மின்முனைகளின் பரப்பளவும் தெரிய வேண்டும். மின் கடத்துத் திறன் அறிகலத்தினுள் அமைக்கப்பட்டுள்ள மின்முனைகளின் பரப்பளவையும், அவற்றினிடையே உள்ள தூரத்தையும் சரியாக அளக்கமுடியாது.

ஒவ்வொரு மின்கடத்துத் திறன் அறிகலத்திலும், மின் முனைகளுக்கிடையே உள்ள தூரமும், அவைகளின் பரப்பும், சோதனைக்குச் சோதனை மாருமலிருக்கும்படியாக நிலையாக அமைக்கப்பட்டிருப்பதால், தூரத்திற்கும் பரப்புக்குமுள்ள விகிதம் ஒரு மாறிலியாக இருக்கும். இதற்குக் **கல மாறிலி** (Cell Constant) என்று பெயர். மின்கடத்துத் திறன் அறிகலன்களின் மேல் பாகத்தில் இக்கல மாறிலி குறிக்கப்பட்டிருக்கும். அவ்வாறு இல்லாவிடில், மின்பகுப்பொருளின் மின் கடத்துத் திறனை அறிவதற்குமுன், ஒரு சோதனை மூலம் கலமாறிலியைக் கண்டறிய வேண்டும்.

கல மாறிலியைக் காணுதல்

மின்கடத்துத் திறன் அறிகலத்திலுள்ள மின்முனையின் பரப்பை 'a' எனவும் மின்முனைகளுக்கிடையே உள்ள தூரத்தை l எனவும் கொள்வோம்.

$$\text{கல மாறிலி} = \frac{l}{a}$$

$$= x \text{ என்க.}$$

அறிகலத்தில் ஒரு மின் பகுப்பொருளின் கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு, தகுந்த மின் சுற்றமைத்து, கரைசலின் மின் தடையைக் காண்க.

கரைசலின் மின் தடை $\equiv$ R என்றால்,

$$R = \frac{l}{a} \times \rho$$

ρ = கரைசலின் நியம மின் தடை

மின் பகுப் பொருளின் மின்கடத்துத் திறன் என்பது அப் பொருளின் மின் தடையின் தலைகீழ்ப் பின்னமாகும்.

$$\text{மின்கடத்துத் திறன்} = \frac{1}{R}$$

அல்லது $R = \dfrac{1}{\text{மின்கடத்துத் திறன்}}$

இதுபோன்றே,

$$\text{நியம மின்கடத்துத் திறன்} = \frac{1}{\rho}$$

அல்லது $\rho = \dfrac{1}{\text{நியம மின் கடத்துத் திறன்}}$

$$R = \frac{l}{a} \times \rho$$

$\dfrac{l}{a}$ என்பதை (கலத்தின் மாறிலி) x எனக் கொண்டதால்,

$$R = x \times \rho$$

$$x = \frac{R}{\rho}$$

R, ρ இவற்றை மின்கடத்துத் திறன், நியம மின்கடத்துத் திறன் இவற்றால் பதலீடு செய்வதால்

$$x = \frac{\dfrac{1}{\text{மின் கடத்துத் திறன்}}}{\dfrac{1}{\text{நியம மின் கடத்துத் திறன்}}}$$

$$x = \frac{\text{நியம மின்கடத்துத் திறன்}}{\text{சோதனையில் மின்கடத்துத் திறன்}}$$

ஒரு கரைசலின் நியம மின்கடத்துத் திறனை தெரிந்திருந்தோமானால், அக்கரைசலைக் கொடுத்துள்ள மின்கடந்து அறிகலனில் எடுத்துக்கொண்டு, அதனை தகுந்த மின்சுற்றில் அமைத்து கரைசலின் மின்தடையைக் காண், அவ்வாறு கண்ட மின் தடையைப் பயன்படுத்தி, அறிகலனின் மாறிலியைக் கணக்கிடலாம்.

பல செறிவுள்ள பொட்டாசியம் குளோரைடுக் கரைசலின் நியம கடத்துத் திறன்கள், பல்வேறு வெப்ப நிலைகளில், வேதி அட்டவணை நூல்களில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக, சோதனைச் சாலைகளில் அறிகலனின் மாறிலியை அளவிட $\frac{N}{50}$ செறிவுள்ள பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலை எடுத்துக் கொள்வது வழக்கம். இக்கரைசலின் நியம மின்கடத்துத்திறன் 25°C வெப்ப நிலையில் C·002765 மோ எனக் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது. அறிகலத்தில் $\frac{N}{50}$ பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு, அறிகலத்தை 25°C வெப்ப நிலையில் தகுந்த சாதனத்தின் உதவியால் இருக்கச் செய்து, அக் கரைசலின் மின்தடையைச் சோதனை மூலம் காண். சோதனையில் கண்ட மின்தடையைப் பயன்படுத்தி, அறிகலனின் மாறிலியைக் கணக்கிடலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு 1.

25°C வெப்ப நிலையில், $\frac{N}{50}$ செறிவுள்ள பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலின் நியமமின் கடத்துத் திறன் 0·002765 மோ. இக்கரைசலைப் பெற்றுள்ள ஒரு அறிகலனின் மின்தடை 25°C வெப்ப நிலையில் 400 ஓம் என்றால், அறிகலனின் மாறிலியைக் கணக்கிடுக.

$$\left.\begin{matrix}\text{அறிகலனின்}\\ \text{மாறிலி}\end{matrix}\right\} = \frac{\text{நியம மின் கடத்துத் திறன்}}{\text{சோதனையில் கண்ட மின்கடத்துத்திறன்}}$$

நியம மின் கடத்துத் திறன் = 0.002765 'மோ'

சோதனையில் கண்ட மின்தடை = 400 ஓம்

சோதனையின் மின்கடத்துத் திறன் $= \frac{1}{400}$

அறிகலனின் மாறிலி $= \cdot002765 \times 400$

$= 1{\cdot}106$

மாதிரி கணக்கு 2.

சோதனைச் சாலையின் வெப்ப நிலையில் $\frac{N}{10}$ செறிவுள்ள பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலின் நியம மின்கடத்துத் திறன் 0·012852. இக் கரைசலை ஒரு மின்கடத்து அறிகலனில் எடுத்துக் கொண்டு, அதன் மின்தடை 200ஓம்கள் எனக் கண்டறியப் பட்டது. அறிகலனின் மாறலியைக் கணக்கிடுக.

அறிகலனின் மாறிலி $= \frac{\text{நியம மின்கடத்துத் திறன்}}{\text{சோதனையில் கண்ட மின்கடத்துத் திறன்}}$

சோதனையில் கண்ட மின் தடை } = 200 ஓம்

சோதனையில் கண்ட மின் கடத்துத்திறன் } $= \frac{1}{200}$

$\therefore$ அறிகலனின் மாறிலி $= \frac{0{\cdot}0012852}{1/200}$

$= 200 \times 0{\cdot}0012852$

$= \mathbf{2{\cdot}5404}$

சமான எடை கடத்துத்திறனை அளவிடல்

மின்பகுப் பொருளை மின்கடத்து நீரில் கரைத்து, அதன் செறிவைத் தகுந்த பருமனறி அளவியல் மூலம் காண்க. அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட எடையுள்ள மின்பகுப் பொருளை மின்கடத்து நீரில் கரைத்து, அக்கரைசலை ஒரு திட்டக் குடுவையில் குறியீடுவரையிலும், மின்கடத்து நீரால் விளாவி, ஒரு திட்டக் கரைசலைத் தயார் செய்துகொள்.

இக் கரைசலை மின்கடத்துத் திறன் அறிகலனில் எடுத்துக் கொண்டு, தகுந்த சாதனத்தின் மூலம் அதன் வெப்ப நிலையை

நிலைமைப்படுத்து. அறிகலனின் மின்முனைகளை, முன் சோதனைகளில் விவரித்த மின்சுற்றில் அமைத்து, மின்பகுப் பொருள் கரைசலின் மின்தடையைக் கண்டறி. ஒரு தனிப்பட்ட சோதனையின்மூலம் கலனின் மாறிலியையும் காண்க. கண்டறிதக்களிலிருந்து மின்பகும் பொருளின் சமான எடை கடத்துத் திறனைக் கணக்கிடு.

மாதிரிக் கணக்கு 1.

1·8 சென்டிமீட்டர் தூரத்தில் வைக்கப்பட்டதாயும், பரப்பளவு 5·8 ச.செ.மீ. எனவும் உள்ள பிளாட்டின மின்வாய்களுக்கிடையே ஒரு மின்பகுப்பொருளின் கரைசல் உள்ளது. கரைசலின் மின் தடை 32 ஓம், கரைசலின் செறிவு 0·1 N என்ருல், கரைசலின் சமான எடை கடத்துத் திறனைக் கணக்கிடுக.

மின்முனைகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் (l) $= 1{\cdot}8$ செ.மீ.

மின்முனையின் பரப்பளவு (a) $= 5{\cdot}4$ ச.செ.மீ.

∴ கல மாறிலி $= \dfrac{l}{a}$

$= \dfrac{1{\cdot}8}{5{\cdot}4} = \dfrac{1}{3}$

சோதனையில் கண்ட மின்தடை $= 32$ ஓம்

மின்கடத்துத் திறன் $= \dfrac{1}{32}$ மோ.

நியமகடத்துத் திறன் (K) $=$ கலமாறிலி $\times$ மின் கடத்துத் திறன்.

$= \dfrac{1}{3} \times \dfrac{1}{32}$

$= \dfrac{1}{96}$

சமானமின் கடத்துத் திறன் $= K \times V$

ஒரு சமான எடை மின் பகுப் பொருள் அடங்கியுள்ள கரைசலின் பருமனளவு (V) } = 10,000 செ.மீ.

சமான மின் கடத்துத் திறன் $= \frac{1}{96} \times 10{,}000$

$= 104 \cdot 1$ **மோ.**

மாதிரிக் கணக்கு 2.

$\frac{N}{50}$ பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலையுடைய கலத்தின் மின்தடை 550 ஓம். அதே வெப்ப நிலையில் $\frac{N}{50}$ பொட்டாசிய குளோரைடின் நியம மின்கடத்துத் திறன் (அட்டவணைப்படி 0·002 768 மோ). இந்த மின்கடத்துத் திறன் அறிகலத்தில் $\frac{N}{50}$ துத்தநாக சல்ஃபேட் கரைசலை எடுத்து கொண்டதில், அதே வெப்ப நிலையில், கரைசலின் மின்தடை 72·18 ஓம். துத்தநாக சல்ஃபேட் கரைசலின், சமான எடை கடத்துத் திறனையும், மூலக் கூறு எடை கடத்துத் திறனையும் கணக்கிடுக.

$$\text{கலத்தின் மாறிலி} = \frac{\text{நியம மின் கடத்துத் திறன்}}{\text{சோதனையில் கண்ட கடத்துத் திறன்}}$$

$\frac{N}{50}$ பொட்டாசியம் குளோரைடின் நியம கடத்துத்திறன் } = 0·002·768 மோ.

சோதனையில், பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலின் மின்தடை } = 550 ஓம்

சோதனையில் பொட்டாசியம் குளோரைடின் கடத்துத்திறன் } $= \frac{1}{550}$ மோ.

$$\therefore \text{கலத்தின் மாறிலி} = \frac{0 \cdot 002768}{1/550}$$

$$= 0 \cdot 002768 \times 550$$

$= 1 \cdot 523$ **மோ**

துத்தநாக சல்ஃபேட்டின் நியம கடத்துத் திறன் } = கலத்தின் மாறிலி × சோதனையில் கண்டமின் கடத்துத் திறன்.

சோதனையில் துத்தநாக சல்ஃபேட்டின் மின் கடத்துத்திறன் $\left(\frac{1}{R}\right)$ } $= \frac{1}{72{\cdot}18}$ மோ.

துத்த நாக சல்ஃபேட்டின் நியம கடத்துத்திறன் (R) } $= 1{\cdot}523 \times \frac{1}{72{\cdot}18}$

$= 0{\cdot}0211$ மோ.

துத்தநாக சல்ஃபேட் கரைசலின் செறிவு } $= \frac{N}{10}$

∴ ஒரு கிராம் சமான எடைகரைந்துள்ள கரைசலின் பருமனளவு (V) } = 10,000 க.செ.மீ.

துத்தநாக சல்ஃபேட் கரைசலின் சமான எடை கடத்துத்திறன் } $= K \times V$

$= 0{\cdot}0211 \times 10{,}000$

= 211 மோ.

ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடை துத்தநாக சல்ஃபேட் கரைந்துள்ள கரைசலின் பருமனளவு (V′) } = 20,000 க.செ.மீ.

∴ துத்தநாக சல்ஃபேட் கரைசலின் மூலக்கூறு எடை கடத்துத் திறன் } $= K \times V'$

$= 0{\cdot}0211 \times 20000$

= **422 மோ.**

குறிப்பு

மின்பகுப் பொருளின் கரைசலை நார்மல் அலகில் குறிப்பிடு வதற்குப் பதிலாக, மோலார் அலகில் குறிக்கலாம்; எடுத்துக் காட்டாக, $\frac{1 \cdot N}{10}$ துத்த நாக சல்ஃபேட்டை $\frac{0 \cdot 5\ M}{10}$ எனவும் குறிக்கலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு 3.

ஒரு மின்கடத்துத் திறன் அறிகலத்திலுள்ள பிளாட்டின மின் முனைகளின் விட்டம் 5 செ. மீ ; மின்முனைகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் 10 செ.மீ. சமான எடை கடத்துத் திறன் 83·1 மோ உள்ள 0·01 N செறிவுள்ள காப்பர் சல்∴பேட் கரைசலை, அக்கலத்தில் எடுத்துக் கொண்டால் மின்தடையின் மதிப்பைக் கணக்கிட்டுக் காண்க.

காப்பர்சல்∴பேட்டின் செறிவு = 0·01N

∴ ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள கரைசலின் பருமனளவு V = 100,000 மி. லி.

கரைசலின் சமான எடை கடத்துத்திறன் λ = 83·1 மோ.

$$\lambda = K \times V$$

கரைசலின் நியமகடத்துத் திறன் (K) $= \frac{\lambda}{V}$

$$= \frac{83 \cdot 1}{100{,}000}$$

$$= 8 \cdot 31 \times 10^{-4}$$

நியம மின்கடத்தித்திறன் $= \frac{1}{\rho}$

$$\therefore \quad \rho = \frac{1}{\text{நியம மின்கடத்துத்திறன்}}$$

சோதனையில் காணக் கூடிய மின்தடை = R என்க.

மின்முனைகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் l = 10 செ.மீ.

மின்முனைகளின் பரப்பளவு a $= \frac{22}{7} \times \frac{5}{2} \times \frac{5}{2}$

$$K = \rho \frac{l}{a} \text{ or } K = \frac{1}{R} \times \frac{l}{a}$$

$$\text{or } R = \frac{1}{K} \times \frac{l}{a}$$

ρ, l, a இவற்றை மேலேயுள்ள சமன்பாடில் பதிலீடு செய்தால்

$$R = \frac{1}{8 \cdot 31 \times 10^{-4}} \times \frac{10 \times 7 \times 2 \times 2}{22 \times 5 \times 5}$$

$$= 612 \cdot 8$$

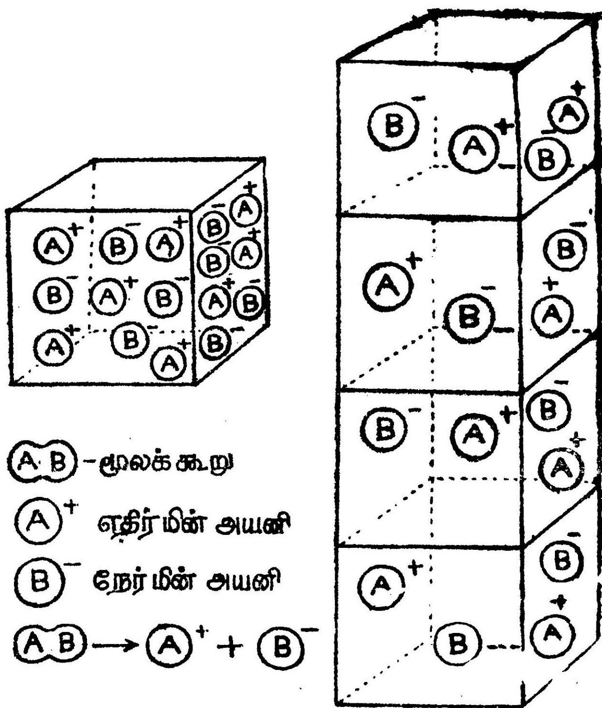
எனவே கலனிலுள்ள மின்பகுப் பொருள் கரைசலின் மின்தடை $\} = 612 \cdot 8$ ஓம்

கரைசலை விளாவுதலால், கடத்துத்திறனில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

மின்பகுப் பொருள் கரைசலை விளாவுதலினால் நியமக் கடத்துத் திறனில் ஏற்படும் மாறுதல்களைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணைகளில் காணலாம்.

18°C வெப்ப நிலையில் சோடியம் குளோரைடு கரைசலின் நியம கடத்துத்திறன்

ஒரு கிராம் சமான எடை சோடியம் குளோரைடு கரைந்துள்ள கரைசலின் பருமனளவு (க.செ.மீ.)	நியம மின் கடத்துத்திறன் (மோ)
1,000	0·0744
5,000	0·01760
20,000	0·00479
500,000	0·000213
1,000,000	0·0001078
2,000,000	0·0000542
5,000,000	0·0000218
10,000,000	0·0000109



படம் 21.

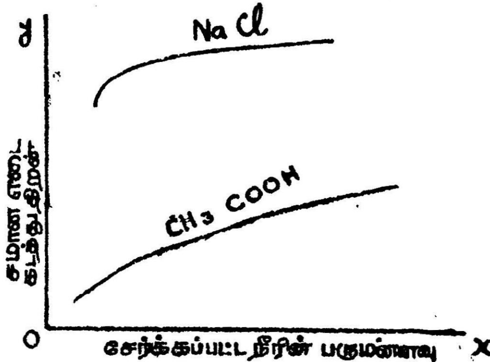
சோடியம் குளோரைடை விளாவுதலால், கரைசலின் நியம கடத்துத்திறன் வெகுவேகமாகக் குறைகின்றது. கரைசலின் கடத்துத்திறன், அதிலுள்ள அயனிகளால் ஏற்படுகின்ற தென்பதை அறிந்தோம். நியம கடத்துத்திறன் என்பது ஒரு சென்டி மீட்டர் கன சதுரத்திலுள்ள அயனிகளால் ஏற்படும் மின் கடத்துத் திறனாகும். கரைசலை விளாவுதல்மூலம், கரைசலிலுள்ள அயனி களின் எண்ணிக்கை மாறுபடுவதில்லை. ஆனால், கரைசலின் பருமனளவு அதிகமாகின்றது. ஆரம்ப நிலையிலுள்ள அயனிகளே அதிக பருமனளவுள்ள கரைசலில் இருப்பதால், ஒரு சென்டி மீட்டர் கனசதுரத்திலுள்ள அயனிகளின் எண்ணிக்கை வெகுவாகக் குறைகின்றது. எனவே, நியம கடத்துத்திறன் விளாவுதலால் குறைவதை எளிதில் விளக்க முடிகின்றது,

எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு சென்டி மீட்டர் கன சதுரத்தில் எட்டு ஜோடி அயனிகள் இருப்பதாகக் கொள்வோம். கரைசலின் நியம

கடத்துத்திறன் 16 அயனிகள் மின் கடத்துவதில் பங்கு பெறுவதால் ஏற்படுகின்றது.

இப்பொழுது ஒரு சதுர கன சென்டிமீட்டர் கரைசலை (A) மின்கடத்து நீரைக் கொண்டு விளாவுதல் மூலம் 4 கன சென்டிமீட்டர் (B) பருமனளவை அடைவதாகக் கொள்வோம். கரைசலி லுள்ள 16 அயனிகளும் 4 கன சென்டிமீட்டர் கரைசலில் பரவலாக அமைவதாகக் கொள்ளலாம். ஒரு சென்டிமீட்டர் கன சதுரத்தில் நான்கு அயனிகளே உள்ளன. எனவே, விளாவின நிலையில் நியம கடத்துத்திறன் (ஒரு சென்டிமிட்டர் கன சதுரத்திலுள்ள அயனிகளால் ஏற்படும் மின் கடத்தல்) வெகுவாகக் குறைகின்றது. ஆரம்ப நிலையிலேயே சிலவகை மின்பகுப் பொருள்களில் சமான எடை கடத்துத்திறன் அதிகமாக உள்ளது. இவ்வகைக் கரைசல் களில் மேலும் நீரைச் சேர்க்கும்பொழுது கடத்துத்திறனின் மதிப்பு மேலும் சிறிது உயர்ந்து, ஒரு உச்ச நிலையை அடைந்து, பின்பு அநேகமாக நிலைத்து இருக்கின்றது. சோடியம்குளோரைடு, ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், சல்ஃப்யூரிக் அமிலம், பேரியம் குளோரைடு போன்ற மின்பகுப் பொருள்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. இவைகளை எளிதில் மின்பகுப் பொருள்கள் (strong electrolytes) என அழைக்கின்றோம்.

மற்றொருவகை மின்பகுப் பொருள்களில் சமான எடை கடத்துத்திறன் ஆரம்ப நிலையில் குறைவாகவேயுள்ளது. ஆனால்,



படம் 22.

கரைசல்களில் நீரைச் சேர்க்கும்பொழுது, சமான எடை கடத்துத் திறன் உயர்ந்துகொண்டே போகின்றது. மிக அதிக அளவில்

நீரைக்கலந்தாலும் சமான எடை கடத்துத்திறன் நிலையான மதிப்பை அடையாமல் அதிகரித்துக்கொண்டே போகின்றது. அசிட்டிக் அமிலம், அம்மோனியா கரைசல் போன்ற மின்பகுப் பொருள்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. இவ்வகைப் பொருள்களை எளிதில் மின்பகாப் பொருள்கள் (weak electrolytes) என அழைக்கின்றோம்.

இவ்வகை மின்பகுப் பொருள்களில் கரைசலில் நீரைக் கலப்பதலால், சமான எடை கடத்துத் திறன்களில் ஏற்படும் மாறுதல்களை மேல் காட்டியுள்ள வரைகோடு படத்தில் காணலாம். மின்பகுப் பொருள்களின் சமான எடை கடத்துத்திறன் அதிக விளாவுதலில் ஓர் உச்ச வரம்பை அடைந்து, பின் அநேகமாக ஒரு மாறிலியாக அமைகின்றது. இதனை முடிவில் விளாவுதலின் சமான எடை கடத்துத்திறன் (equivalent conductivity at infinite dilution) என அழைக்கின்றோம். சமான எடை கடத்துத்திறனை λ (லாம்டா) குறியீட்டினால் குறிப்பதால், முடிவிலி விளாவுதலின் சமான எடை கடத்துத்திறனை λ எனக் குறிப்பது வழக்கம்.

எளிதில் மின் பகாப் பொருள்களிடையே, அவற்றின் கரைசல்களை விளாவுவதனால் ஏற்படும் சமான எடை கடத்துத் திறன் மாற்றத்தை அர்ரீனியஸ் கொள்கையின்படி விளக்கலாம். இக் கொள்கையின்படி, எளிதில் மின் பகாப் பொருள்களின் ஒரு சில மூலக்கூறுகளே கரைசலில் அயனிகளாக பிரிகையடைகின்றன. அதிகச் செறிவுள்ள கரைசலில், அதிக அளவில் மூலக்கூறுகள் பிரிகையடையாமல் இருக்கின்றன. கரைசலை விளாவும்பொழுது, இம் மூலக்கூறுகள் அயனிகளாகப் பிரிகையடைகின்றன.

எனவே, மின்பகாப் பொருள்களின் கரைசல்கள் விளாவப் படும்பொழுது, கரைசலிலுள்ள அயனிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாகின்றது. கரைசலின் மின்கடத்துத் திறன், அதிலுள்ள அயனிகளைப் பொருத்துள்ளதால், அயனிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாகும் பொழுது மின்கடத்துத் திறனும் அதிகமாகின்றது.

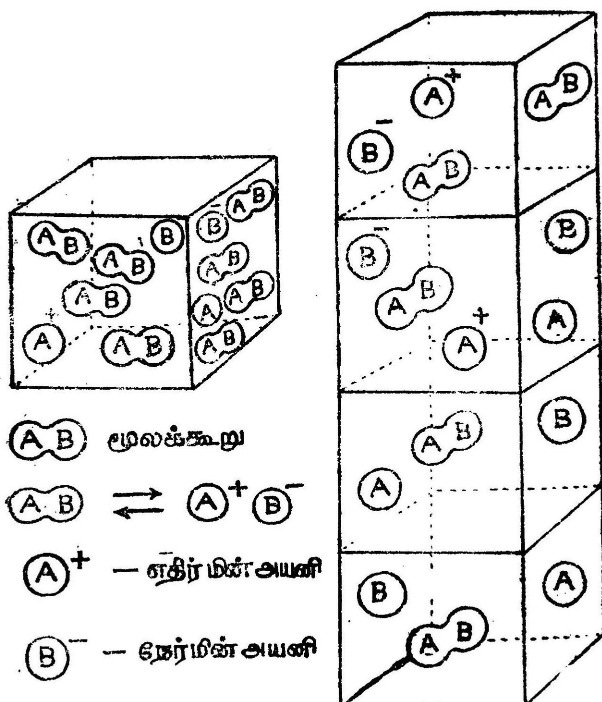
குறிப்பிட்ட பருமனளவுள்ள கரைசலில் எளிதில் மின்பகாப் பொருளின் 10 மூலக்கூறுகள் இருப்பதாகக் கொள்வோம். கரைசலிலுள்ள இரண்டு மூலக்கூறுகள் அயனிகளாகப் பிரிகையடைவதாகக் கொள்வோம். இந்நிலையைப் பண்பறிப் படம் (A) காண்பிக்கின்றது.

இக் கரைசலை விளவுதலினால் அதன் பருமனளவு நான்கு மடங்கு அதிகமாவதாகக் கொள்வோம். அர்ரீனியஸ் கொள்கை

18°C வெப்ப நிலையில் சில மின்பகுப் பொருள்களின் சமான எடை கடத்துத்திறன்கள்

ஒரு கிராம் சமான எடை கரைந்துள்ள கரைசலின் பருமனளவு (க செ.மீ.)	மின் பகுப்பொருள்களின் வாய்பாடுகள்				
	NaOH	KCl	HCl	CH_3COOH	CH_3COONa
1,000	16)	98 3	301	1·32	41·2
2,000	172	110·4	327	2·01	49·4
10,000	183	112·0	351	4·60	61·1
20,000	190	115·9	360	6·48	64·2
100,000	200	122·4	370	14·3	70·2
200,000	203	124·4	373	20·0	72·4
500,000	206	126·3	376	30·2	74·3
∞	210	127·3	377	41·0	75·2

யின்படி மேலும் சில மூலக்கூறுகள் (எடுத்துக் காட்டாக மேலும் மூன்று) பிரிகையடைகின்றன. நீர்த்த கரைசலில் மூலக்கூறு



படம் 23.

களும், அயனிகளும் உள்ள நிலையைப் படம் (B) காண்பிக்கிறது. கரைசலை விளாவுதலினால் அயனிகளின் எண்ணிக்கை நான்கிலிருந்து பத்தாக அதிகரிப்பதால், மின் கடத்துத் திறன் அதிகமாகின்றது. தொடர்ந்து கரைசலுடன் நீரைக் கலந்தால் மேலும் சில மூலக்கூறுகள் பிரிகையடைகின்றன. இதனால் மின்கடத்துத் திறன் அதிகமாகிக்கொண்டே செல்கின்றது. எளிதில் மின் பகாப் பொருள்களிலுள்ள மூலக்கூறுகள் முழுமையும் மிக நீர்த்த கரைசலிலும் பிரிகையடையாதாகையால், அதன் சமான எடை கடத்துத்திறன் ஒரு மாறிலியாக அமைவதில்லை.

அர்ரீனியஸின் கொள்கையின்படி, எளிதில் மின் பகுப்பின் மூலக்கூறுகள், முழுமையும் மிக்க செறிவுள்ள

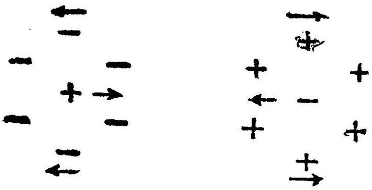
கரைசலிலும் பிரிகையடைந்து, அயனிகளாக விளங்குகின்றன. எளிதில் மின் பகுப் பொருள்கள், திட நிலையில்கூட அயனிகளாகப் பிரிகையடைந்துள்ளன என்பது அப்பொருள்களின் X-கதிர்களின் பகுப்பிலிருந்து அறியப்படுகின்றது. எனவே, அர்ரீனியஸ் கொள்கையில் பிழையில்லையெனத் தெரிகின்றது. அர்ரீனியஸ் கொள்கையினுல், எளிதில் மின் பகுப்பொருள்களின் கரைசல்கள், விளாவுதல் காரணமாகத் தங்கள் சமான எடை மின் கடத்துத் திறன்களை அதிகமாக்கிக் கொள்வதை விளக்கமுடியாது.

மின் கடத்துத் திறன், அயனிகளின் எண்ணிக்கையையும் அவற்றின் வேகத்தையும் பொருத்ததாகும். எளிதில் மின் பகுப் பொருளின் அடர்வுமிக்க கரைசலிலும், நீர்த்த கரைசலிலும், அயனிகளின் எண்ணிக்கை சமமாக இருந்தபோதிலும் நீர்த்த கரைசலில் அவற்றின் வேகம் அதிகமாக உள்ளது. அடர்ந்த கரைசல்களில் அயனிகளின் வேகம் எவ்வாறு எதிர் முடுக்கம் (retardation) அடைகின்றன, என்பதை டிபை (Debye), ஹக்கல் (Huckel) என்ற விஞ்ஞானிகள் விளக்கியுள்ளார்கள். இவர்களுடைய கொள்கை, எளிதில் மின் பகுப் பொருள்களின் மின் கடத்துத் திறனையும் மற்றும் பல பண்புகளையும் விளக்குகின்றது.

இக் கொள்கையின்படி மின்பகுப் பொருள் கரைசல்களில், ஒரு அயனியைச் சுற்றி, அதே மின்னேற்றம் கொண்ட அயனியை விட எதிர் சுமைகளைத் தாங்கிய அயனிகள் அதிக அளவில் சூழ்ந்துகொண்டிருக்கின்றன. எளிதில் மின் பகாப் பொருளின் கரைசலில், சிறிய எண்ணிக்கையில் அயனிகள் உள்ளபடியால் இந்த அமைப்பு ஏற்பட வாய்ப்பில்லை. ஆனுல், எளிதில் மின் பகுப் பொருளின் செறிவுமிக்க கரைசலிலும், ஒவ்வொரு அயனியைச் சுற்றியும் எதிர் மின் சுமைகளைத் தாங்கிய அயனி மண்டலம் இருக்கின்றது.

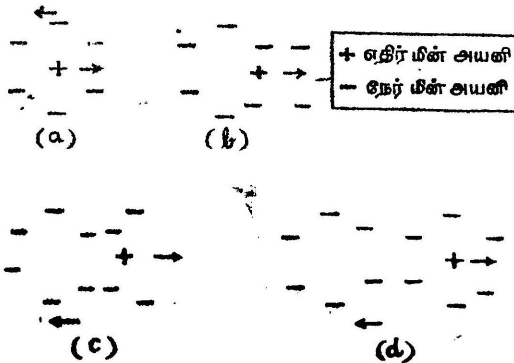
மின் பகுப்புக் கலனில் மின் உந்து விசை (electromotive force) செயல்படும்பொழுது, அயனி ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் நகரும். ஆனுல், அந்த அயனியைச் சூழ்ந்துள்ள அயனி மண்டலம், அதற்கு நேர் எதிர்த் திசையில் நகரும். அயனி மண்டலம், அதன் நடுவிலுள்ள அயனியைத் தன்னுடன் இழுத்துச் செல்ல முயலுவதால் அயனியின் வேகம் தடைபடுகின்றது. இத் தடைக்கு மின் முனைக் கவர்ச்சி விளைவு (electrophoretic effect) என்று பெயர்.

அயனிகள் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும்பொழுது, ஒரு அயனி நகரும்பொழுது, நகரும் அயனியைச் சுற்றி அதற்கு முன்பாக அயனி மண்டலம் படிப்படியாக உருவாகும். அதே சமயத்தில் அயனியைச் சுற்றியுள்ள பழைய அயனி மண்டலம் ஒரு அழியும். அயனிக்கு முன் உண்டாகும் அயனி மண்டலம் உருவாகும் வேகமும், அதற்குப் பின்னுள்ள அயனி மண்டலம் அழியும் வேகமும் சமமாக இருப்பின், அயனியின் வேகம் மாறுதல் அடையாது. ஆனால் இவ்விரு வினைகளும் ஒரே வேகத்தில் நிகழ்வதில்லை. அயனி மண்டலம் அழியும் வேகம், அது உருவாகும் வேகத்தைவிடக் குறைவாக உள்ளது. இதனால் நடுவிலுள்ள அயனி, எஞ்சியுள்ள அயனி மண்டலத்தால், பின்னோக்கி இழுக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு வேகம் குறைவதற்குச் சீர்மையற்ற விளைவு (assymmetric effect) என்று பெயர்.



படம் 24.

மின்முனைக் கவர்ச்சி விளைவு



படம் 25.

எளிதில் மின் பகுப்பொருள்களின் செறிவுமிக்க கரைசல்களிலுள்ள அயனிகளின் வேகம், மின்முனைக் கவர்ச்சி விளைவினாலும், சீர்மையற்ற விளைவினாலும், பாதிக்கப்பட்டு குறைகின்றது. கரைசலை விளாவும் பொழுது இந்த விளைவுகளும் வெகுவாகக் குறைந்து விடுகின்றன. நீர்த்த கரைசல்களில் அயனிகள் தங்களுடைய வேகத்தில் இயங்குகின்றன. இக்

காரணம் பற்றியே, எளிதில் மின் பகுப் பொருளின் சமான எடை மின் கடத்துத் திறன், ஆரம்ப நிலையில் கணிசமாக அதிக அளவிலும், விளாவுதலினால் அதிகரித்து, ஒரு குறிப்பிட்ட செறிவுக்குப் பின் மாறுமலும் உள்ளது.

மின் பகுப்பொருள் கரைசல்களை விளாவுதலினால் நியமக் கடத்துத் திறன் குறைவதும், சமான எடை கடத்துத் திறன் அதிகமாவதும் சோதனைகள்மூலம் காண்பவைகளாகும். இக் கண்டறிதல்களை, அர்ரீனியஸின் மின் பிரிகைக் கொள்கையாலும்; எளிதில் மின் பகுப்பொருள்களின் கொள்கையாலும் (theory of strong electrolytes) நன்கு விளக்கலாம்.

கோல்ராஷின் அயனிகளின் தனித்து நகரல் விதி (Kohlrausch's Law of Independant Mobilities of Ions)

கோல்ராஷ் என்ற விஞ்ஞானி, எளிதில் மின் பகுப்பொருள் களின் மிக்க நீர்த்த கரைசல்களை ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொண்டு, அவற்றின் சமான எடை கடத்துத் திறன்களைக் கண்டறிந்தார். முடிவிலி விளாவுதலில் (infinite dilution) இக்கரைசல்களின் சமான எடை கடத்துத் திறன் மாறிலிகளாக அமைவதை அவர் கண்டார். இவற்றிலிருந்து ஓர் அயனியின் வேகம், மின் பகுப் பொருளிலுள்ள மற்றொரு அயனியைப் பொருத்திருப்பதில்லை என்பதை உணர்ந்தார், முடிவிலி விளாவுதல் நிலையில் காணும் சமான எடை கடத்துத் திறன், மின்பகுப்பொருளில் காணப்படும் இரண்டு அயனிகளின் கூட்டுத் திறனாகும் என்ற முடிவுக்கு வந்தார்.

அவருடைய கண்டறிதல்களை, பின்வரும் அட்டவணை யிலுள்ள சமான எடை கடத்துத் திறன்கள் மூலம் விளக்கலாம்.

சோடியம், பொட்டாசியம் உலோகங்களின், குளோரைடு புரோமைடு, நைட்ரேட் உப்புக்களின் சமான எடை கடத்துத் திறன்களின் வேற்றுமையளவு 23 ஆக உள்ளதைக் காண்கிறோம். அவ்வாறே, சோடியத்தின் புரோமைடுக்கும், குளோரைடு உப்புகளுக்கும் உள்ள சமான எடை கடத்துத் திறனின் வேற்று மையும், பொட்டாசியம் புரோமைடு குளோரைடுக்கும் உள்ள சமான எடை கடத்துத் திறனின் வேற்றுமையும் சமமாக இருப்பதைக் காண்கிறோம். இவற்றைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடால் குறிக்கலாம்.

$\lambda_{\infty} = \lambda a^{-} + \lambda c^{+}$

λ_{∞} = முடிவிலி விளாவுதலில் மின்பகுப் பொருளின் சமான எடை கடத்துத் திறன்.

λa^{-} = நேர் மின் அயனியின் கடத்துத் திறன்.

λc^{+} = எதிர் மின் அயனியின் கடத்துத் திறன்.

$\lambda_{\infty} NaCl = \lambda Na^{+} + \lambda Cl^{-}$

$\lambda_{\infty} NaBr = \lambda Na^{+} + \lambda Br^{-}$

$\lambda_{\infty} NaNO_3 = \lambda Na^{+} + \lambda NO_3$

$\lambda_{\infty} KCl = \lambda k^{+} + \lambda Cl^{-}$

$\lambda_{\infty} KBr = \lambda k^{+} + \lambda Br^{-}$

$\lambda_{\infty} KNO_3 = \lambda k^{+} + \lambda NO_3^{-}$

மின் பகுப் பொருள்	முடிவிலி விளாவுதலில் சமான எடை கடத்துத் திறன்	வித்தியாசம்
Na Br	128·51	
Na Cl	126·45	2·06 } குளோரைடு அயனிக்கும், புரோமைடு அயனிக்குமுள்ள வித்தியாசம்
K Br	151·92	
K Cl	149·86	2·06
K Br	151·92	
Na Br	128·51	23·41 } பொட்டாசியம் அயனிக்கும், சோடியம் அயனிக்குமுள்ள வித்தியாசம்
K Cl	149·86	23·41
Na Cl	126·45	23·41
K NO₃	144·96	
Na NO₃	121·55	

முடிவிலி விளாவுதல் நிலையில் காணப்படும் அயனியின் கடத்துத் திறனை, அந்த அயனி நகரும் வேகத்தின் நேர் விகிதத்தில் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். எனவே, அயனியின் கடத்துத் திறன் எனக் குறிப்பிடுவதற்குப் பதிலாக நகரும் வேகம் (Mobility) எனவும் கூறலாம்.

கோல்ராஷின் விதி

முடிவிலி விளாவுதல் நிலையில், மின் பகுப்பொருளின் சமான எடை கடத்துத் திறன், மின் பகுப் பொருளினின்று கிடைக்கும் அயனிகளின் தனித்து நகரும் வேகங்களின் கூட்டுத் தொகையாகும்.

கோல்ராஷ் விதியின் பயன்கள்

1. எளிதில் மின்பகாப் பொருளின் முடிவிலி விளவுதல் நிலையிலுள்ள கரைசலின் சமான எடை கடத்துத் திறனைக் கணக்கிடல்.

அசிட்டிக் அமிலம், அம்மோனியா நீர்க்கரைசல், கார்பானிக் அமிலம் போன்ற பொருள்கள் எளிதில் மின்பகாப் பொருள்களாகும். இவற்றின் மின்தடையைச் சாதாரண செறிவுள்ள கரைசல்களில் சோதனைகள்மூலம் காணலாம். இக்கரைசல்களை விளாவுதலினால் ஏற்படும் நீர்த்த கரைசல்களின் மின்தடைகளையும் காணலாம். கரைசல் அதிக அளவில் விளாவப்படும் பொழுது அவற்றின் மின்தடை மிக அதிகமாக உள்ளதால், சோதனையில் கண்டறிவது கடினமாக உள்ளது. இவ்வகைப் பொருள்களின் சமான எடை கடத்துத் திறன், விளவுதலினால் அதிகமாகிக் கொண்டே சென்று, ஒரு நிலையான தன்மையை எளிதில் அடைவதில்லை, எனவே இவ்வகைப் பொருள்களின், முடிவிலி விளாவுதல் நிலையிலுள்ள கரைசலின் சமான எடை கடத்துத் திறனை சோதனைமூலம் காணமுடியாது.

கோல்ராஷ் விதியைப் பயன்படுத்தி, எடுத்துக்கொண்ட மின்பகுப் பொருளுடைய தகுந்த வருவிகளின் முடிவிலி விளாவுதல் நிலையிலுள்ள கரைசல்களின் சமான எடை கடத்துத் திறனை, சோதனைகள் மூலம் கண்டறியலாம். இக் கண்டறிதல்களிலிருந்து எளிதில் மின்பகாப் பொருளின், முடிவிலி விளாவுதல் நிலையிலுள்ள கரைசலின் சமான எடை கடத்துத் திறனைக் கணக்கிடலாம்.

முடிவிலி விளாவுதல் நிலையில் எளிதில் மின் பகாப் பொருளான அசிட்டிக் அமிலத்தின் சமான எடை கடத்துத் திறனைக் காண்பதற்குப் பதிலாக, எளிதில் மின் பகுப் பொருள்களான சோடியம் அசிட்டேட், ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், சோடியம்குளோரைடு இவற்றின் சமான எடை கடத்துத் திறனை முடிவிலி விளாவுதல் நிலையில் சோதனைகள் மூலம் காணலாம்.



$$\lambda_\infty \text{ Na Ac} = \lambda \text{ Na}^+ + \lambda \text{ Ac}^-$$



$$\lambda_\infty \text{ HCl} = \lambda \text{ H}^+ + \lambda \text{ Cl}^-$$



$$\lambda_\infty \text{ Na Cl} = \lambda \text{ Na}^+ + \lambda \text{ Cl}^-$$



$$\lambda_\infty \text{ H·Ac} = \lambda \text{ H}^+ + \lambda \text{ Ac}^-$$

எனவே

$$[\lambda_\infty \text{ Na Ac} + \lambda_\infty \text{ Na Cl}] - \lambda_\infty \text{ Na Cl} = \lambda_\infty \text{ HAc}$$

கண்டறிதல்களில் கிடைத்த சோடியம் அசிட்டேட், சோடியம் குளோரைடு உப்புக்களின் சமான எடை கடத்துத் திறன்களின் கூட்டுத் தொகையிலிருந்து, சோதனையில் கண்ட சோடியம் குளோரைடின் சமான எடை கடத்துத் திறனைக் கழித்தால், அசிட்டிக் அமிலத்தின் சமான எடை கடத்துத் திறனைப் பெறலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு

முடிவிலி விளாவுதல் நிலையில், அசிட்டிக் அமிலத்தின் கிராம் சமான எடை கடத்துத் திறனைக் கீழ்க்காணும் கண்டறிதல்களிலிருந்து கணக்கிடுக.

$$\lambda_\infty \text{ H Cl} = 380{\cdot}5$$

$$\lambda_\infty \text{ Na Cl} = 109$$

$$\lambda_\infty \text{ Na Ac} = 78{\cdot}5$$

$$\lambda_\infty \text{ HCl} = \lambda \text{ H}^+ + \lambda \text{ Cl}^- = 380{\cdot}5$$

$$\lambda_\infty \text{ NaCl} = \lambda \text{ Na}^+ + \lambda \text{ Cl}^- = 109$$

$$\lambda_\infty \text{ Na Ac} = \lambda \text{ Na}^+ + \lambda \text{ Ac}^- = 78{\cdot}5$$

$$\therefore [\lambda \text{ H}^+ + \lambda \text{ Cl}^- + \lambda \text{ Na}^+ + \lambda \text{ Ac}^-] - [\lambda \text{ Na}^+ + \lambda \text{ Cl}^-]$$

$$= [380{\cdot}5 + 78{\cdot}5] - 109$$

$$= 350$$

$$\lambda \text{ H}^+ + \lambda \text{ Ac}^- = 350$$

$$\therefore \lambda_\infty \text{ H Ac} = 350$$

2. அயனி ஆதல் அளவைக் (Degree of Disassociation) கணக்கிடுதல்

அர்ரீனியஸ் மின்பிரிகைக் கொள்கையின்படி, எளிதில் மின் பகாப் பொருளின் கரைசலிலுள்ள ஒரு சில மூலக் கூறுகளே பிரிகை அடைகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட விளாவுதலில் (V) கரைசலிலுள்ள அயனிகளே, மின் கடத்துத் திறனினில் பங்கு பெறுகின்றன. அக்கரைசலின் சமான எடை கடத்துத் திறனை λv எனக் கொள்வோம். முடிவிலி விளாவுதல் நிலையில் எல்லா மூலக்கூறுகளும் அயனிகளாகப் பிரிகை யடைவதாகக் கொள் கிறோம். அக்கரைசலின் சமான எடை கடத்துத் திறனை $\lambda\ \infty$ எனக் கொள்வோம். ஒரு கிராம் சமான எடை எளிதில் மின்பகாப் பொருளிலுள்ள இக்கரைசலில், எல்லா மூலக்கூறுகளிலிருந்தும் கிடைக்கக்கூடிய அயனிகள் யாவும் கடத்துத் திறனில் பங்கு பெறுகின்றன.

$$\frac{\lambda v}{\lambda \infty} = \alpha v$$

αv — கரைசலில் மின்பகாப் பொருளின் அயனி ஆன அளவு.

மாதிரிக் கணக்கு

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள கண்டறிதல்களிலிருந்து, 1N, $\frac{1\cdot N}{10}$, $\frac{1\cdot N}{100}$, $\frac{1\cdot N}{1000}$ செறிவுள்ள அசிட்டிக் அமிலத்தின் அயனி ஆதல் அளவைக் கணக்கிடுக.

செறிவு	1 N	0·1 N	0·01 N	0·001N	∞
λ	1·32	4·6	14·3	41·0	350

செறிவு	கணக்கிடல்	அயனி ஆதல் அளவு சதவீதம்
0·1 N	$\frac{1\cdot32}{350} = 0\cdot00377$	0· 377
0·1 N	$\frac{4\cdot6}{350} = 0\cdot0131$	1.31
0·01	$\frac{14\cdot3}{350} = 0\cdot0409$	4.09
0·001	$\frac{41\cdot0}{350} = 0\cdot117$	11·7

வெகு குறைவாகக் கரையும் உப்புக்களின் கரைதிறனைக் (Solublity of Sparingly Soluble Salts) காணுதல்

பேரியம் சல்ஃபேட், சில்வர் குளோரைடு போன்ற உப்புகள் நீரில் வெகு குறைவாகவே கரைகின்றன. எனவே, அக்கரைசலில் அது எவ்வகையான பொருளாக இருந்தாலும், முடிவிலி விளாவுதல் நிலையில் உள்ள கரைசல் எனக் கருதலாம். எனவே, உப்பின் மூலக்கூறுகள் யாவும், அயனிகளாகப் பிரிகையடைந்துள்ளதாகக் கூறலாம்.

உப்பின் தெவிட்டிய கரைசலை ஒரு மின்கடத்து அறிகலனில் எடுத்துக் கொண்டு, கரைசலின் மின்தடையைக் காணலாம். கரைசலில் கரைந்துள்ள உப்பின் மூலக்கூறுகள் யாவும் அயனி களாகப் பிரிகையடைந்திருப்பினும், மிகச் சிறிய அளவான உப்பே கரைசலில் உள்ளதால், அயனிகளின் எண்ணிக்கை குறைவாகவே இருக்கும். எனவே, கரைசலின் மின்கடத்துத்திறன் குறைவாக இருக்கும். இந் நிலையில் நீரின் மின்கடத்துத்திறனை மிகக் குறை வென்று தள்ளி விடுவதற்கில்லை. எனவே, நீரின் மின் கடத்துத் திறனைக் கழித்துக் கிடைத்த மதிப்பே, உப்பின் உண்மையான நியம கடத்துத் திறனாகக் கொள்ளவேண்டும்.

ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள உப்பு V கனசென்டி மீட்டர் கரைசலில் உள்ளதாகவும், கரைசலின் நியம கடத்துத்திறன் K எனவும், கரைசலின் சமான எடை கடத்துத்திறன் λ எனவும் கொண்டால்,

$$\lambda = K \times V.$$

வெகு குறைவாகக் கரையும் உப்பின் ஒரு கிராம் சமான எடை யுள்ள கரைசல், ஒரு முடிவிலி விளாவல் கரைசலாகக் கருதலாம். எனவே, கரைசலின் சமான எடை கடத்துத்திறனையும், அந்த உப்பின் முடிவிலி விளாவல் கரைதிறனும் சமமாகும்.

$$\lambda \infty = \lambda$$

கோல்ராஷ் விதிப்படி, $\lambda \infty$ ஐ அட்டவணைகளிலிருந்து பெறலாம்; எனவே,

$$\lambda \infty = \lambda a^{-} + \lambda c^{+}$$

$$\lambda \infty = K\,V.$$

இச் சமன்பாட்டிலிருந்து V-ஐக் கணக்கிடலாம். ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள உப்புக் கரைசலின் பருமனளவைக் கணக்கிட முடியுமாதலால், 100 கனசென்டி மீட்டர் நீரில் கரைந்துள்ள உப்பின் எடையைக் (கரைதிறன்) கணக்கிடலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு

25°C வெப்ப நிலையில் சில்வர் குளோரைடு தெவிட்டிய கரைசலின், நியம மின் கடத்துதிறன் $2 \cdot 72 \times 10^{-6}$ மோ. அதே வெப்ப நிலையில் நீரின் மின் கடத்துத்திறன் $1 \cdot 6 \times 10^{-6}$ மோ. சில்வர் குளோரைடின் கரைதிறனைக் கணக்கிடுக.

சில்வர் குளோரைடின் உண்மையான நியம கடத்துத்திறன் (K) $= 2 \cdot 72 \times 10^{-6}$

$- 1 \cdot 6 \times 10^{-6}$

$= 1 \cdot 12 \times 10^{-6}$ மோ.

அட்டவணையின்படி $\lambda\ Ag^{+} = 54 \cdot 3$

$$\lambda\ Cl^{-} = 65 \cdot 5$$

$$\lambda_{\infty}\ AgCl = 54 \cdot 3 + 65 \cdot 5 = 119 \cdot 8 \text{ மோ.}$$

$$\lambda_{\infty} = K.\ V.$$

$$119 \cdot 8 = 1 \cdot 12 \times 10^{-6} \times V$$

$$V = \frac{119 \cdot 8}{1 \cdot 12 \times 10^{-6}}$$

$= 107,000,000$ க·செ·மீ·

107,000,000 க. செ. மீ. கரைந்துள்ள சில்வர் குளோரைடின் எடை } சில்வர் குளோரைடின் கிராம் = கிராம் சமான எடை

$= 108 + 35 \cdot 5 = 143 \cdot 5$

100 க. செ. மீ. நீரில் கரைந்துள்ள சில்வர் குளோரைடின் எடை $= \frac{143 \cdot 5 \times 100}{107,000,000}$

$= \cdot 0001342$

∴ சில்வர் குளோரைடின் கரைதிறன் $= 0 \cdot 0001342$ கிராம்

$= 1 \cdot 342 \times 10^{-4}$ கிராம்

4. அயனிகளின் மின்பெயர்ச்சி எண்களைக் கணக்கிடல் (Transport Numbers)

மின்பகுப்புக் கலத்தில் ஏற்படும் மின்னோற்றம், அயனிகள் நகருவதினால் ஏற்படுகின்றது. ஓர் அயனியினால் ஏற்படும் மின்னோற்றம் அந்த அயனியின் நகர் வேகத்திற்கு (mobility) நேர் விகித சமமாக இருக்கும். நேர் அயனி (a^-)யினால் ஏற்படும் மின்னோற்றத்தின் பகுதியை அதன் மின் பெயர்ச்சி எண் (n) என அழைத்தோம். நேர் அயனியின் நகரும் வேகம் λa^-க்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். எனவே,

$$\lambda a^- \propto n$$

$$\lambda c^+ \propto (1-n)$$

அல்லது $$\frac{\lambda a^-}{\lambda c^+} \times \frac{n}{(1-n)}$$

$$\lambda a^- (1-n) = \lambda c^+ n$$

$$\lambda a^- = n(\lambda a^- + \lambda c^+)$$

ஆனால், $$\lambda a^- + \lambda c^+ = \lambda \infty$$

எனவே, $$\lambda a^- = \lambda \infty \times n$$

$$\lambda c^+ = \lambda \infty \times (1-n)$$

λa^-, λc^+, $\lambda \infty$. இவற்றை அட்டவணையிலிருந்து பெறக் கூடுமாகையால், அயனியின் மின் பெயர்ச்சி எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு

சில்வர் அயனி, நைட்ரேட் அயனி இவற்றின் நகர் வேகங்கள் முறையே 54·3, 61·7 என்றால், சில்வர், நைட்ரேட்— இவற்றின் மின் பெயர்ச்சி எண்களைக் கணக்கிடுக.

$$n = \frac{\lambda a^-}{\lambda \infty}$$

∴ NO_3^- அயனியின் மின் பெயர்ச்சி எண் $$= \frac{61{\cdot}7}{54{\cdot}3 + 61{\cdot}7}$$

$$= \frac{61{\cdot}7}{116}$$

$$= 0{\cdot}5319$$

Ag+ அயனியின் மின் பெயர்ச்சி எண் } $= 1 - 0 \cdot 5319$

$= 0 \cdot 4681$

[குறிப்பு : அயனிகளின் மின் பெயர்ச்சி எண்கள் ஓரளவு வெப்ப நிலையையும், கரைசலின் செறிவையும் பொருத்திருப்பதால் கோல்ராஷ் விதியைப் பயன்படுத்திப் பெறப்படும் அயனிகளின் மின் பெயர்ச்சி எண்கள் முற்றிலும் சரியாக இருப்பதில்லை.]

5. அயனிகளின் தனி வேகங்களைக் கணக்கிடல் (Absolute Velocities)

அயனிகளின் தனி வேகம் என்பது ஒரு சென்டி மீட்டர் நீளத்திற்கு ஒரு வோல்ட் மின் அழுத்த வேறுபாட்டில் அயனி செல்லும் தூரத்தின் அளவாகும்.

நேர் அயனியின் தனிவேகம் V எனக் கொண்டால், ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள கரைசலில் நகர் வேகத்தையும் (mobility), அயனியின் வேகத்தையும் கீழ்க்காணும் சமன்பாடால் குறிக்கலாம்.

$$\lambda a^- = k \times v$$

இவ்வாறே எதிர்மின் அயனியின் தனி வேகத்தை w எனக் கொண்டால்

$$\lambda c^+ = k \times w$$

இச் சமன்பாடுகளில் k என்பது 96500 கூலம்களைக் [ஃபாரடே] குறிக்கும்.

எனவே, அயனியின் நேர் வேகத்தை, ஃபாரடேயினால் வகுத்து வரும் ஈவே அயனியின் தனி வேகமாகும்.

$$v = \frac{\lambda a^-}{96500}$$

$$w = \frac{\lambda c^+}{96500}$$

மாதிரிக் கணக்கு

பொட்டாசியம் குளோரைடுக் கரைசலில் குளோரைடு மின் அயனியின் பெயர்ச்சி எண் 0·505. பொட்டாசியம்

குளோரைடு கரைசலின் முடிவில்லா விளாவுதல் நிலையில், சமான எடை கடத்துத்திறன் 130·1 என்றால், பொட்டாசியம் அயனியின் தனி வேகத்தையும், குளோரைடு அயனியின் தனி வேகத்தையும் கணக்கிடுக.

$\lambda\ a^- = \lambda \times n$

$\lambda\ Cl^- = 130{\cdot}1 \times 0{\cdot}505$

குளோரைடு அயனியின் தனி வேகம் $= \dfrac{\lambda\ Cl^-}{96500}$

$= \dfrac{130{\cdot}1 \times 0.505}{96,500}$

$= {\cdot}000681$ செ.மீ/விநாடிக்கு.

$(1 - n) = 1 - 0{\cdot}505$

$= 0{\cdot}495$

$\lambda\ c^+ = \lambda \times (1 - n)$

$\lambda\ k^+ = 130{\cdot}1 \times 0{\cdot}495$

பொட்டாசியம் அயனியின் தனிவேகம் $= \dfrac{\lambda\ k^+}{96500}$

$= \dfrac{130.1 \times 0.495}{96500}$

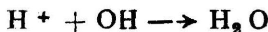
$= {\cdot}000667$ **செ.மீ/விநாடிக்கு.**

6. மின் கடத்துத்திறனிலிருந்து தரம் பார்த்தல் வினையில் முடிவு நிலையைக் காணுதல் [Use of Conductance to get the end point in Titrations]

சாதாரணமாக அமிலம்-காரம் தரம் பார்த்தல் வினைகளில் தகுந்த நிறங்காட்டியைப் பயன்படுத்தி, முடிவு நிலையைக் காண்கிறோம். நிறங்காட்டிகளுக்குப் பதிலாக மின் கடத்துத்திறனைப் பயன்படுத்தியும் முடிவு நிலையைக் காணலாம்.

தரம் பார்த்தல் வினையில் பயன்படும் அமிலம் என்பது, அதிக அளவில் ஹைட்ரஜன் அயனிகளைக் கொண்ட கரைசலாகும். அது போன்றே காரம் என்பது அதிக அளவில் ஹைட்ராக்சைல் அயனிகளைக் கொண்ட கரைசலாகும். அமிலமும், காரமும் வினையுற்று நடுநிலையாகும்பொழுது ஹைட்ரஜன் அயனிகளும், ஹைட்ராக்

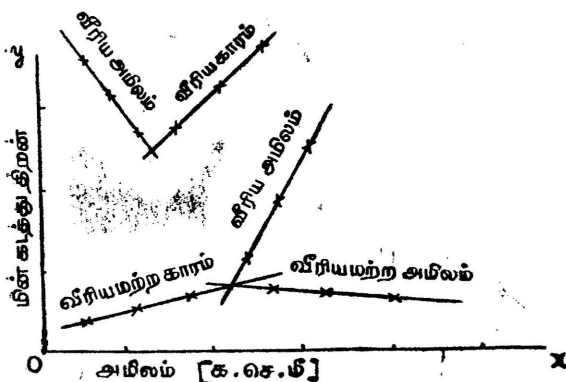
சைல் அயனிகளும் கூடி, எளிதில் பிரிகையடையாத நீர் மூலக் கூறுகளாக மாறுகின்றன.



$$H^+ + OH \longrightarrow H_2O$$

ஹைட்ரஜன், ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளின் நகரும் வேகம் அதிகமாக உள்ளதால், இந்த அயனிகளில் ஏதாவதொன்று அதிக அளவில் இருந்தால், கரைசலின் மின் கடத்துத் திறன் அதிக அளவில் இருக்கும். பியூரெட்டில் அமிலக் கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு, கூம்புக் குடுவையிலுள்ள காரக் கரைசலுடன் கலப்பதாகக் கொள்வோம். ஆரம்ப நிலையில் கூம்புக் குடுவையிலுள்ள கரைசலின் மின் கடத்துத்திறன் அதிக அளவில் இருக்கும். அமிலக் கரைசலை ஊற்றஊற்ற, ஹைட்ராக்சைடு அயனிகள் தொடர்ந்து ஹைட்ரஜன் அயனிகளால் நீக்கப்படுவதால், கரைசலின் மின் கடத்துத் திறன் குறைந்து கொண்டே போகும். காரக் கரைசல் நடுநிலையாக்கப்பட்ட பின் சேர்க்கப்படும் அமிலக் கரைசலினால், கூம்புக் குடுவையிலுள்ள கரைசலில் ஹைட்ரஜன் அயனிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாகின்றது. இக் காரணத்தால் கரைசலின் மின் கடத்துத் திறன் அதி வேகமாக உயருகின்றது.

மின் கடத்துத்திறனை y-அச்சிலும், சேர்க்கப்பட்ட அமிலத்தின் பருமனளவை x-அச்சிலும் ஒரு வரைபடத்தில் காண்பித்தால், இரு நேர்க் கோடுகள் கிடைக்கின்றன. இந்நேர்க்கோடுகள்



படம் 26

ஒன்றையொன்று வெட்டுமிடத்தைக் குறிக்கும் புள்ளியே, தரம் பார்த்தல் வினையில் முடிவு நிலையைக் காண்பிக்கும்.

மின் கடத்துத் திறன்களைப் பயன்படுத்தித் தரம் பார்த்தல் வினையில் முடிவு நிலையைக் காண்பதில், கார நிலையில் மூன்று கண்டறிதல்களும், அமில நிலையில் மூன்று கண்டறிதல்களும் அறிந்தால் போதுமானது. ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் கிடைக்கக் கூடிய மூன்று புள்ளிகளைக் கொண்டு நேர் கோடுகள் வரைந்து, அவைகள் வெட்டும் புள்ளியை எளிதில் ஒரு வரை படத்தில் அடையலாம்.

அமிலமோ அல்லது காரமோ நிறமுள்ள நீர்மமாக இருந்தால், நிறங்காட்டியைப் பயன்படுத்தித் தரம் பார்த்தல் வினையில் முடிவு நிலையைப்பெற முடியாது. இவ்வகை நிற நீர்மங்களின் முடிவு நிலைகளை, மின் கடத்துத் திறன்கள் கண்டறியும் சோதனைகளிலிருந்து அறியலாம்.

தரம் பார்த்தல் வினையில் வீரியமற்ற காரத்துடன் வீரியமற்ற அமிலத்தை வினையுறச் செய்து முடிவு நிலையை அறியமுடியாது. ஆனால் மின் கடத்துத்திறன் சோதனைகளைப் பயன்படுத்தி. வீரியமற்ற இரண்டு நீர்மங்கள் வினையுறும் பொழுதுகூட முடிவு நிலையை அறியலாம்.

7. மின் கடத்துத்திறனிலிருந்து அமிலத்தின் காரத்துவத்தை (Basicity) அளத்தல்

1887ல் ஆஸ்ட்வால்ட் என்பவர் அனுபவத்தால் பெறப்பட்ட விதி (empirical law) ஒன்றின்மூலம் அமிலத்தின் காரத்துவத்திற்கும், மின்கடத்துத் திறனுக்கு முள்ள தொடர்பைக் கூறினார். இவ்விதியை ஒரு சமன்பாடாக எழுதலாம்.

$$\lambda\ 1024 - \lambda\ 32 = 10{\cdot}8 \times B$$

$\lambda\ 1024$ = ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள அமிலத்தின் சோடியம் உப்பு, 1024 லிட்டர் கரைசலில் இருக்கும் பொழுது அதன் சமான எடை கடத்துத் திறன்.

$\lambda\ 24$ = ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள அமிலத்தின் சோடியம் உப்பு, 24 லிட்டர் கரைசலில் இருக்கும் பொழுது அதன் சமான எடை கடத்துத் திறன்.

B = அமிலத்தின் காரத்துவம் [முழு எண்ணில்]

இவ் விதியைப் பயன்படுத்தி, ஹைட்ரோகுளோரிக், சல்ஃப்யூரிக், பாஸ்ஃபாரிக் அமிலங்களின் காரத்துவம் 1, 2, 3 ஆக

உள்ளதை நிரூபிக்கலாம். சோடியம் ஃபுளூரைடை சோதனைக்கு எடுத்துக்கொண்டால், இவ்விதிப்படி ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடின் காரத்துவம் "இரண்டு" என்ற முடிவுக்கு வருவது குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

பயிற்சிக் கணக்குகள்

(1) ஒரு மின் பகுப்புக் கலத்தில் காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலும், காப்பர் மின் முனைகளும் உள்ளன. மின் பகுப்பை ஆரம்பிக்குமுன் நேர்மின் அயனி அறையில் 1·1960 கிராம் காப்பரும், சோதனையின் முடிவில் அதே அறையில் 1·34 கிராம் காப்பரும் இருந்தன. எதிர்மின் முனையில் மின் பகுப்பினால் 0·2294 கிராம் காப்பர் படிந்திருந்தால், காப்பர் அயனி, சல்ஃபேட் அயனி இவற்றின் மின் பெயர்ச்சி எண்களைக் கணக்கிடுக·

(2) 25°C வெப்ப நிலையில்,0·1N செறிவுள்ள சோடியம் குளோரைடு கரைசலின் நியம கடத்துத்திறனைக் கீழ்க்காணும் கண்டறிதல்களிலிருந்து கணக்கிடுக. அதே செறிவுள்ள கரைசலில், 25°C வெப்ப நிலையில், சோடியம், குளோரைடு அயனிகளின் நகர் வேகங்கள் முறையே 42·6. 68.0; ஃபாரடேயின் மதிப்பு 96,500 கூலம்கள்.

(3) ஒரு தெவிட்டிய சில்வர் குளோரைடு கரைசலின் நியம மின்கடத்துத் திறன் $1.3714 \times \cdot 10^{-6}$ மோ. சில்வர் நைட்ரேட் முடிவிலி விளாவுதல் கரைசலின் சமான எடை கடத்துத் திறன் 133·3மோ. சில்வர் குளோரைடு முடிவிலி விளாவுதல் கரைசலின் சமான எடை கடத்துத் திறன் 126·6மோ. சில்வர் அயனியின் மின் பெயர்ச்சி எண் 46. சோடியம் அயனியில் மின் பெயர்ச்சி எண் ·4 சில்வர் குளோரைடின் கரைதிறனைக் கணக்கிடுக·

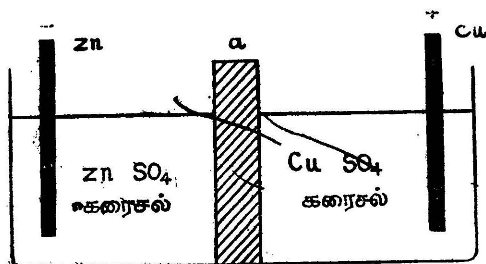
(4) முடிவிலி விளாவுதல் நிலையில் பொட்டாசியம் ஆக்சலேட் பொட்டாசியம் குளோரைடு, ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் இவற்றின் சமான எடை கடத்துத் திறன்கள் முறையே 125.6, 130·1, 380·5. கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஆக்சாலிக் அமிலம் 1·2 சதவீதமே அயனிகளாகப் பிரிந்திருப்பின், அதன் சமான எடை கடத்துத்திறனைக் காண்க.

மின் இயக்க விசை (Electro motive Force)

ஒரு மின் பகுப்பொருளின் கரைசலை ஒரு கலத்தில் எடுத்துக் கொண்டு, அதில் இரு மின் முனைகளைப் பொருத்தி, அவற்றிடையே மின் அழுத்த வேறுபாடு இருக்கச் செய்தால் மின் பகுப்பு

நிகழ்கின்றது என அறிந்தோம். இவ்வினையில் மின் ஆற்றல், வேதி ஆற்றலாக மாற்றப்படுகின்றது. இதற்கு நேர் எதிர் மாறான முறையில், ஒரு கலத்தில் மின்பகுப் பொருளின் கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு, அதில் இரண்டுவித உலோகத் தகடுகளை பொருத்துவோமானால், உலோகத் தண்டுகளில் மின் அழுத்தம் ஏற்படுகின்றது. இந்த அழுத்தங்கள் வெவ்வேறு அளவில் இருப்பதால், உலோகத் தண்டுகளை ஒரு கடத்தியினால் இணைத்தால், கடத்தியில் மின்னோட்டம் ஏற்படுவதைக் காணலாம். இந் நிகழ்ச்சியில் வேதி ஆற்றல், மின் ஆற்றலாக மாற்றப்படு கின்றது. இவ்வாறு வேதி ஆற்றல், மின் ஆற்றலாக மாற்றப் படும் கலத்திற்கு வோல்டா மின்கலம் என்று பெயர்.

வோல்டா மின்கலங்களுள் மிகவும் எளிய அமைப்பைக் கொண்டது டேனியல் மின்கலமாகும். இந்த மின்கலத்தில் துத்தநாகக் கம்பி ஒன்று துத்தநாக சல்ஃபேட் கரைசலிலும், காப்பர் கம்பி ஒன்று காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலிலும் அமிழ்த்தி வைக்கப்பட்டுள்ளன. இரு கரைசல்களும் ஒரு நுண் துளை மலிந்த விதானத்தினால் (*a*) பிரிக்கப்பட்டும் உள்ளன.

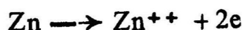


படம் 27.

இரு உலோகத் தண்டுகளையும் வெளியில் ஒரு காப்பர் கம்பியினால் இணைத்தால், கம்பியில் மின்னோட்டம் பாய்கின்றது. தவிர காப்பர் நேர்மின் முனையாகவும், துத்தநாகம் எதிர்மின் முனையாகவும் செயல்படுகின்றன. மின்னோட்டம் காப்பர் மின் முனையிலிருந்து துத்தநாக மின்முனைக்குச் செல்வதாகக் கூறு கிறோம். இவ்வாறு வெளிச்சுற்றில் மின்னோட்டம் செல்வதற்கு மின்கலத்தில் நடக்கும் சில வேதி வினைகளே காரணங்களாக இருக்கின்றன

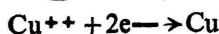
துத்தநாக மின்முனை, துத்தநாக சல்ஃபேட் கரைசலிலுள்ளது மின் முனையிலிருந்து துத்தநாக அணுக்கள் ஒவ்வொன்றும்

இரண்டு எலெக்ட்ரான்களை மின்முனையில் விட்டு அயனிகளாக மாறிக் கரைசலுக்குச் செல்லுகின்றது. இவ்வினையைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடால் குறிக்கலாம்.



$$Zn \longrightarrow Zn^{++} + 2e$$

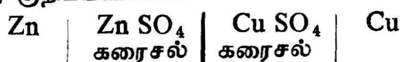
இதே சமயத்தில் காப்பர் மின்முனை மீது கரைசலிலிருந்து காப்பர் அயனிகள் படிகின்றன. இவ்வாறு படிகின்ற ஒவ்வொரு காப்பர் அயனியும், அங்குள்ள எலெக்ட்ரான்களை எடுத்துக் கொண்டு காப்பர் அணுவாக மாறுகின்றது. இவ் வினையைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடால் குறிக்கலாம்.



$$Cu^{++} + 2e \longrightarrow Cu$$

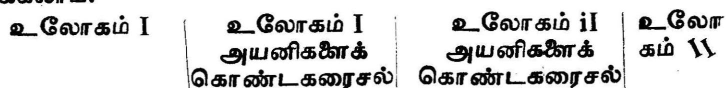
இவ்விரு வினைகளின் விளைவுகளால் துத்தநாகத் தண்டில் எலெக்ட்ரான்கள் அதிகமாகி, காப்பர் தண்டில் எலெக்ட்ரான்கள் குறைகின்றன. இரண்டு உலோகத் துண்டுகளையும் ஒரு மின் கடத்தியினால் (செப்புக் கம்பி) இணைக்கும்பொழுது, துத்தநாகத் தண்டிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் காப்பர் தண்டுக்குச் செல்கின்றன. இதனையே 'மின்னோட்டம்' என்கின்றோம். காப்பர் தண்டை அடைந்த எலெக்ட்ரான்கள் தொடர்ந்து காப்பர் அயனிகளால் நீக்கப்படுகின்றன. அது போன்றே, தொடர்ச்சியாகத் துத்தநாக அயனிகள் வெளியேறி, துத்தநாகத் தண்டில் எலெக்ட்ரான்கள் விடுபட்ட வண்ணமாயிருக்கின்றன.

ஒரு மின் கலம் செயல்படுவதற்கு இரண்டு அரை மின் கலங்கள் வெளிச் சுற்றில், மின்கடத்தியாலும், உள் சுற்றில் அயனிகளை எளிதில் கடத்தக்கூடிய ஊடகத்தாலும் இணைக்கப் பட்டிருக்க வேண்டும். டேனியல் மின் கலத்தில் துத்தநாகத் தண்டு, துத்தநாக சல்ஃபேட் கரைசலில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பாகம் ஒரு அரை மின்கலமாகவும், காப்பர் தண்டு காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலில் வைக்கப்பட்டிருப்பது மற்றொரு அரை மின் கலமாகவும் உள்ளன. இரண்டு அரை மின்கலங்களையும் ஒன்றாக இணைத்து உருவாகும் டேனியல் மின்கலத்தைப் பின் வருமாறு குறிப்பிடலாம.



Zn	$ZnSO_4$ கரைசல்	$CuSO_4$ கரைசல்	Cu

பொதுவாக எந்த ஒரு மின் கலத்தையும் கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்கலாம்.



உலோகம் I	உலோகம் I அயனிகளைக் கொண்டகரைசல்	உலோகம் II அயனிகளைக் கொண்டகரைசல்	உலோகம் II

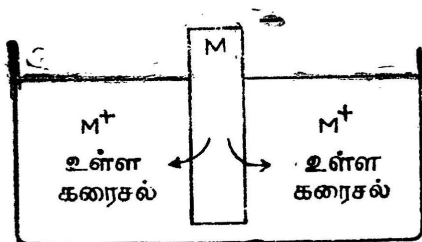
குறியீடு II

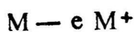
நுண் துளைகள் மலிந்த விதானம் அல்லது அயனிகள் எளிதில் செல்லக் கூடிய ஊடகம்.

நேர்ன்ஸ்டின் கொள்கை (Nernst Theory)

ஒரு உலோகத் தண்டை அந்த உலோக அயனிகள் உள்ள கரைசலில் வைக்கும்பொழுது மின் அழுத்தம் ஏற்படுவதாகப் பார்த்தோம். எவ்வாறு உலோகத் தண்டில் மின் அழுத்தம் ஏற்படுகிறதென்பதை நேர்ன்ஸ்ட் என்ற விஞ்ஞானி விளக்கினார். அவருடைய கருத்துகள்படி, ஒரு உலோகத் தண்டு அதே உலோக அயனிகள் உள்ள கரைசலில் அமிழ்ந்திருக்கும் பொழுது, இரண்டு வித நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன.

ஒரு திரவத்திலிருந்து அதன் மூலக்கூறுகள் எவ்வாறு ஆவி நிலையில் வெளிவருகின்றனவோ, அதேபோல் ஒரு உலோகத் தண்டு கரைசலில் அமிழ்ந்து இருக்கும்பொழுது உலோக அயனிகள் தண்டிலிருந்து வெளிவருகின்றன. திரவத்திலிருந்து, மூலக்கூறுகள் ஆவியாக வெளிவருவது அதன் ஆவி அழுத்தத்தைப் பொருத்துள்ளது. அதுபோன்றே, உலோகம் அயனிகளாக மாறுவதும், உலோகத்தின் மின் பகுக் கரைசல் அழுத்தத்தைப் (electrolytic solution pressure) பொருத்துள்ளது. மின் பகுக் கரைசலழுத்தம் அதிகமாக இருப்பின், உலோகம் எளிதில் அதிக அளவில் அயனிகளாக மாறி வெளியேறுகின்றன. ஒரு உலோகத்தின் மின்பகுக் கரைசல ழுத்தத்தின் மதிப்பு அதன் தன்மையைப் பொருத்தேயிருக்கும்.



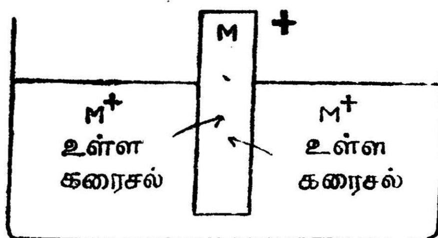


$M - e \longrightarrow M^+$

படம் 28.

உலோகத் தண்டிலுள்ள அணுக்கள், உலோக அயனிகளாக மாறிக் கரைசலுக்குள் செல்வதால், உலோகத் தண்டு எதிர் மின்னேற்ற மடைகின்றது.

அயனிகளைப் பெற்றுள்ள உலோகச் சேர்மத்தின் கரைசலில் ஊடு பரவலழுத்தம் (Osmotic pressure) இருக்கின்றது. இதன் பயனாக அயனிகள் உலோகத் தண்டின்மேல் படிந்து, அணுக்களாக மாறுகின்றன. அயனிகள் அணுக்களாக மாறும் பொழுது உலோகத் தண்டிலுள்ள எலெக்ட்ரானை எடுத்துக் கொள்கின்றன. எலெக்ட்ரான்களை இழந்த உலோகத் தண்டு நேர்மின்னேற்றம் அடைகின்றது. இவ்வாறு ஒரு உலோகத் தண்டு நேர் மின்னேற்ற மடைவது அந்த உலோகத் தண்டு அமிழ்ந்துள்ள கரைசலின் ஊடு பரவலழுத்தத்தின் மதிப்பைப் பொருத்திருக்கும்.




$M^+ + e \longrightarrow M$

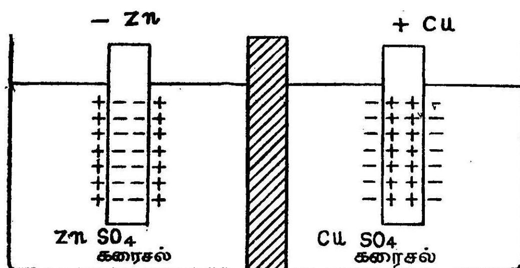


படம் 29.

ஒரு உலோகத் தண்டு, அதே உலோக அயனிகளுள்ள கரைசலில் அமிழ்த்தப்படும்பொழுது, உலோகத்தின் மின் பகுக் கரைசலழுத்தத்தால் உலோகம் அயனிகளாக மாறியும், கரைசலின் ஊடு பரவலழுத்தத்தால் அயனிகள் உலோகத்தின்மேல் படிந்தும் இரு நேர் மாறுபட்ட வினைகள் நிகழ்கின்றன. முதலாவது வினை இரண்டாவது வினையைவிட அதிகமாக இருப்பின், உலோகத் தண்டு எதிர் மின்னேற்றம் அடைகின்றது. இரண்டாவது வினை முதலாவது வினையைவிட அதிக அளவிலிருப்பின், உலோகத் தண்டு நேர் மின்னேற்றம் அடைகின்றது. எவ்வகையான வினை அதிக அளவிலிருக்கக் கூடுமென்பது உலோகத்தின் மின்பகுக் கரைசலழுத்தத்தின் மதிப்பையும், கரைசலின் ஊடு பரவலழுத் தத்தின் மதிப்பையும் பொருத்ததாகும்.

டேனியல் மின் கலத்திலுள்ள துத்தநாகத் தண்டு எதிர் மின்னேற்றத்தையும், காப்பர் தண்டு நேர் மின்னேற்றத்தையும்

எவ்வாறு அடைகின்றன என்பதை நேர்ன்ஸ்ட் கொள்கையினுல் விளக்கலாம். துத்தநாக உலோகத்தின் மின் பகுக்கரை சலழுத்தம் மிக அதிக அளவிலுள்ளது. எனவே, துத்தநாகத் தண்டை எவ்வகைச் செறிவுள்ள துத்தநாகஉப்பின் கரைசலில் வைத்தாலும் தண்டிலிருந்து அணுக்கள் அதிக அளவில், அயனிகளாக மாறிக் கரைசலுக்குள் செல்கின்றன. இதனுல் துத்தநாகத் தண்டு எதிர் மின்னேற்ற மடைகின்றது. துத்தநாகத் தண்டினுடைய மின் கவர்ச்சியின் காரணமாக கரைசலிலுள்ள அயனிகள் ஈர்க்கப்பட்டு தண்டின் அருகாமையிலே ஓர் அடுக்காக அமைகின்றன. இவ்வாறுக தண்டின் எதிர்மின் அடுக்கும், தண்டுக்கு வெளியே அயனிகளால் ஏற்பட்ட நேர்மின் அடுக்கும் சேர்ந்து, ஒரு இரட்டை மின் அடுக்கு (Electrical double layer) உருவாகின்றது, இந்த இரட்டை அடுக்குக்கு, ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் இரட்டை அடுக்கு (Helmholtz double layer) எனப் பெயர். இவ்வாறுக, துத்தநாகத் தண்டு எதிர் மின்னேற்றத்தைப் பெறுகின்றது.



படம் 30.

காப்பர் தண்டு, காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலில் வைக்கப் பட்டுள்ளது. காப்பர் உலோகத்தின் மின்பகுக் கரைசல்ழுத்தம் மிகக் குறைவாக உள்ளது.

மிக்க நீர்த்த கரைசலிலும், கரைசலின் ஊடுபரவலழுத்தம் காப்பரின் மின்பகுக் கரைசலழுத்தத்தை விட அதிகமாக உள்ளது. இக்காரணத்தால் காப்பர் அயனிகள், உலோகத் தண்டின்மேல் படிந்து, அணுக்களாக மாறுகின்றன. அயனிகள் இவ்வாறு அணுக்களாக மாறும்பொழுது, உலோகத் தண்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களைப் பெறுகின்றன. எலெக்ட்ரான்களை இழந்த உலோகத் தண்டில் ஒரு அடுக்கு நேர்மின்னேற்றம் ஏற்படு

கின்றது. மின் ஈர்ப்பு விசையினுல் கரைசலில் எதிர் மின் சுமைகளைத் தாங்கியுள்ள அயனிகள் உலோகத் தண்டின் அருகே ஈர்க்கப்பட்டு, ஒரு மின் அடுக்கு உருவாகின்றது. எனவே இந்த மின் முனையிலும் ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் இரட்டை அடுக்கு எனப்படும் இரட்டை மின் அடுக்கு ஏற்படுகின்றது. இக் காரணங்களால் காப்பர், நேர் மின்னேற்றத்தைப் பெற்றுள்ள உலோகத் தண்டாகத் திகழ்கின்றது

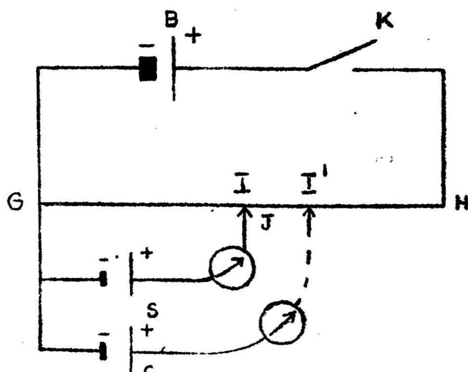
டேனியல் மின்கலத்தில் பயன்படும் மின் முனைகளான துத்த நாகமும், காப்பரும் மின்பகுக் கரைசலழுத்தத்தைப் பொருத்த வரையில் நேர்மாறுன இறுதி எல்லைகளில் உள்ள உலோகங் களாக உள்ளன ஓர் உலோகத்தின் மின்பகுக் கரைசலழுத்தம் அந்த உலோக அயனிகளுள்ள கரைசலின் ஊடு பரவலழுத்தத் திற்குச் சமமாக இருப்பின், உலோகத் துண்டு அக்கரைசலில் அமிழ்த்தப்படுவதனுல் எவ்வித மின்னேற்றமும் ஏற்படாது.

ஒரு மின்கலம் இயங்குவதற்கு இரண்டு உலோகத் தண்டுகள் வெவ்வேறு மின்னேற்றத்தில் இருந்தால் போதுமானது. அவைகள் நேர்மாறுன 'மின்னேற்றத்தைப் ·பெற்றிருக்கவேண்டு மென்பதில்லை. ஒன்றின் மின்னேற்றம் மற்றென்றைவிட அதிக அளவில் இருந்தால், வெளிச் சுற்றில் இணைப்பு ஏற்பட்டவுடன் அதிக அழுத்தத்திலிருந்து குறைவான அழுத்தத்திற்கு மின்னேட்ட மேற்படும். இரண்டு வெவ்வேறு மின்னழுத்தங்களுள்ள மின் முனைகளை இணைக்கும்பொழுது ஏற்படும் மின்னேட்டத்தை வெவ்வேறு மட்டங்களிலுள்ள நீர்த் தொட்டிகள் இணைக்கப்படும் பொழுது நீர் இணைக்கப்பட்டுள்ள குழாயின் மூலம் செல்வதற்கு ஒப்பிடலாம்.

மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசையை அளத்தல் (Measurement of the E. M. F. of the Cell)

ஒரு மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசையை, அழுத்தமானி முறையில் (Potentiometric Method) எளிதில் கண்டறியலாம். இம்முறையில் படத்தில் காட்டியவாறு மின்சுற்றை (electrical circuit) அமைத்துக்கொள்ளல் வேண்டும். B என்ற தேக்க மின் கல அடுக்குடன் (storage battery) சுமார் ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள G. H. என்ற மின் தடைக்கம்பி, K என்ற மின் சாவி மூலமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

மின் அடுக்கின் எதிர் மின்முனை G யுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், S என்ற நியம மின் கலத்தின் எதிர்மின் முனையும் G.



படம் 31.

யுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. நியம மின்கலத்தின் நேர்முனை ஒரு மின்னோட்டங்காட்டியின் (galvanometer) வழியாக J என்ற வழுக்குத் தொடர்புடன் (sliding contact) இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

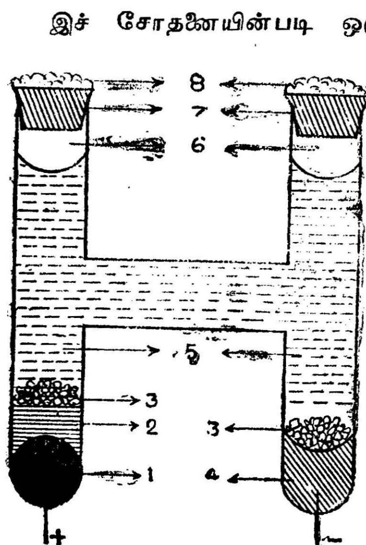
மின் அடுக்கிலிருந்து மின்னோட்டம் G. H. என்ற மின் தடை கம்பியின் வழியாகச் செல்லும்பொழுது, கம்பி நெடுகிலுள்ள மின்னழுத்த வீழ்ச்சி (fall in potential) சமச் சீராக (uniform)) இருக்கும். நியம மின் கலத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள வழுக்குத் தொடர்பை, மின்னோட்டங் காட்டி சூன்யப் புள்ளியைக் காண்பிக்கும் வரை நகர்த்தி, I என்ற புள்ளியை, G. H கம்பியில் பெறலாம்.

மின் சுற்றிலுள்ள S என்ற நியம மின்கலத்தை நீக்கிவிட்டு கொடுக்கப்பட்டுள்ள மின்கலத்தின் C எதிர்மின் முனையை G யுடன் இணைக்க வேண்டும். முன்போலவே வழுக்குத் தொடர்பை நகரத்தி G. H மின் தடைக் கம்பியிலுள்ள I என்ற புள்ளியைக் காணவேண்டும். வழுக்குத் தொடர்பு I புள்ளியைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது மின்னோட்டங்காட்டி சூன்யப் புள்ளியிலிருக்கும்.

நியம மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசை தெரியுமாதலால், கொடுக்கப்பட்டுள்ள மின்கலத்தின் மின் இயக்கு விசையைக்கீழ்க் காணும் சமன்பாடால் கணக்கிடலாம்.

$$C \text{யின் மின் இயக்குவிசை} = \frac{GI'}{GI} \times S \text{ ன் மின் இயக்கவிசை}$$

இச் சோதனையின்படி ஒரு மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசையை அளவிட மின் இயக்க விசை தெரிந்த ஒரு நியம மின்கலம் தேவைப் படுகின்றது. டேனியல் மின் கலம் போன்ற மற்ற சாதாரண மின் கலங்களில் மின் இயக்க விசை நிரந்தரமாக ஒரே மதிப்பாக இருப்பதில்லை எனவே வெஸ்டன் மின்கலம் (Weston cell) எனப்படும் காட்மியம் மின்கலத்தை நியம மின்கலமாக எங்கும் பயன் படுத்துகிறோம்.



படம் 32.

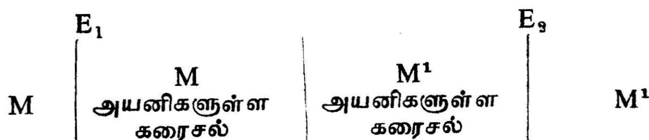
வெஸ்டன் மின்கலம்

படத்தில் காட்டிய அமைப் புள்ள இந்த மின்கலத்தில் பாதரசம் நேர் மின் முனையாகவும், காட்மியம் ரசக்கலவை எதிர் மின் முனையாகவும் செயல்படுகின்றன. இந்த மின்கலம் Hன் வடிவத்தை ஒத்துள்ளது. நேர்மின் முனையான பாதரசத்தின் மேல், காட்மியம் சல்ஃபேட்டும், மர்க்குரஸ் சல்ஃபேட்டும் கலந்த பசையுள்ளது. இதன் மேல் சில காட்மியம் சல்ஃபேட் படிகங்கள் உள்ளன. எதிர் மின் முனையான 12.5 சதவீத காட்மிய ரசக் கலவையின்மீது காட்மியம் சல்ஃபேட் படிகங்கள் உள்ளன. H வடிவக் குழாயின் மீதமுள்ள பாகம் முழுவதும் தெவிட்டிய காட்மியம் சல்ஃபேட் கரைசலால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. குழாயின் வாய்களை தக்கையினுல் நன்கு அடைத்து, அதன்மேல் மெழுகு தடவப்பட்டுள்ளது. இந்த மின்கலத்தின் மின் இயக்கவிசை 15°C வெப்பநிலையில், 1.0185 வோல்ட்களாகவும், 25°C வெப்ப நிலையில் 1.081 வோல்டுகளாகவும் இருக்கும்.

மின் முனை அழுத்தத்தை அளத்தல் (Measurement of Electrode Potential)

ஒரு மின்கலத்தில் இரண்டு மின் முனைகளிருக்கின்றன என்றும், இவ்விரண்டுக்கும் மின்னேற்றத்தில் வேறுபாடு இருந்தால்தான் மின்கலத்தின் மின் இயக்கவிசை இருக்குமென்பதையும் அறிந்தோம். இரண்டு மின் முனைகளின் மின் அழுத்தங்களின் இயல் கூட்டின் (algebraic sum) மதிப்பையே மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசையாக அளக்கிறோம். மின்கலத்திலுள்ள ஒரு மின்முனையின் மின் அழுத்தத்தை அறிய, அதனை நியம மின் முனையுடன் இணைத்து, கிடைத்த மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசையை கண்டறிய வேண்டும். நியம மின் முனையின் மின் அழுத்தம் தெரியுமாகையால் எடுத்துக்கொண்ட மின் முனையின் மின் அழுத்தத்தை, மொத்த மின் அழுத்தத்திலிருந்து நியம மின் முனையின் அழுத்தத்தைக் கழித்து பெறலாம்.

ஒரு மின்கலத்தின் மின் இயக்கவிசைக்கும் மின்கலத்திலுள்ள மின் முனைகளின் அழுத்தத்திற்குமுள்ள தொடர்பைக் கீழ்க்காணும் ஒரு படம் மூலம் காட்டலாம்.



M_1, M^1 — இரண்டு உலோக மின் முனைகள்.

$E_1 = M_1$ மின்முனையில் மின் அழுத்தம்.

$E_2 = M^1$, மின் முனையில் மின் அழுத்தம்.

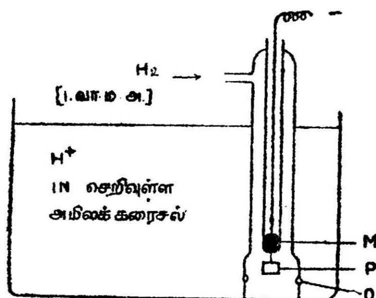
மின் கலத்தின் மின் இயக்குவிசை E என்றால்

$$E = E_1 \pm F_2$$

ஹைட்ரஜன் மின் முனை (Hydrogen Electrode)

ஹைட்ரஜனை ஒரு உலோகமாகக் கருதலாம். ஆனால் ஹைட்ரஜன் வாயுவாக இருத்தலால், ஹைட்ரஜன் மின்முனையை மின் சுற்றுடன் இணைப்பதற் கேற்ப ஒரு சாதனத்தை அமைக்க வேண்டும். இச்சாதனத்தை படம் 33. காண்பிக்கின்றது.

இங்கு கருப்புப் பிளாட்டினத் துகள்கள் படிந்த ஒரு பிளாட்டினத் தகடு மின் முனையாகச் (P) செயல்படுகின்றது.



படம் 33

இந்த பிளாட்டினத் தகடு தகுந்த முறையில் பாதரசத்தோடு (M) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பிளாட்டின மின்முனையை ஒரு வாயு மண்டல அழுத்தத்திலுள்ள ஹைட்ரஜன் வாயு சூழ்ந்துகொண்டிருக்கும். ஹைட்ரஜன் வாயுவை அதே அழுத்தத்தில் தொடர்ந்து உட்புகும் குழாயின் (I) மூலம் செலுத்துவதால், ஹைட்ரஜன் குமிழிகள் மின்முனை வைக்கப்பட்டிருக்கும் நீர்மத்தில், சாதனத்திலுள்ள திறப்பின் (O) வழியாகத் தொடர்ந்து கொப்பளித்துக் கொண்டிருக்கும். இந்த மின்முனையை ஒரு நார்மல் செறிவுள்ள கரைசலில் வைத்திருந்தால் ஏற்படக்கூடிய நிலையைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டினால் குறிக்கலாம்.

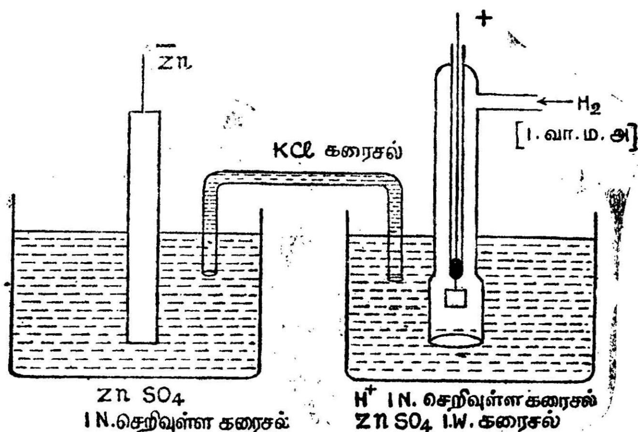
ஒரு வாயு மண்டல அழுத்தத்திலுள்ள H_2	ஒரு லிட்டர் பருமனளவில் ஒரு கிராம் சமான எடை ஹைட்ரஜன் அயனிகள் செறிவுள்ள (1N) அமிலக்கரைசல்.

பிளாட்டினத் தகட்டின்மேல் பஞ்சு போல் படிந்துள்ள பிளாட்டின துகள்களில் ஹைட்ரஜன் வாயு ஊடுருவியுள்ளதால், ஒரு வாயு மண்டல அழுத்தத்திலுள்ள ஹைட்ரஜன் வாயுவும், ஒரு கிராம் சமான எடை ஹைட்ரஜன் அயனிகளை ஒரு லிட்டர் பருமனளவில் பெற்றுள்ள கரைசலும் சமநிலையிலுள்ளதாகக் கொள்ளலாம். இதையே ஹைட்ரஜன் மின்முனை என்கிறோம்.

அணு எடை, மூலக்கூறெடை, சமான எடை, இணைதிறன் போன்ற பலவற்றிற்கு ஹைட்ரஜன் அணுவை நியமமாக வேதி

யியலில் கொள்கிறோம். எனவே, ஹைட்ரஜன் மின் முனையை நியமமாகக் கொண்டு, அந்த மின் முனையின் அழுத்தத்தை சூன்யம் எனக் எடுத்துக்கொள்கிறோம். ஹைட்ரஜன் நியம மின் முனையுடன் மற்றொரு மின் முனையை இணைத்துக் கிடைக்கும் மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசையின் மதிப்பு, நியம மின் முனையுடன் சேர்க்கப்பட்டுருக்கும் மின் முனையின் மின் அழுத்தமாகவே கருது கிறோம். இரு மின் முனைகளும் மின் கலத்தினுள் இணைக்கப்படும் பொழுது இரு நீர்மங்களுக்குமுள்ள செறிவு வித்தியாசத்தினால், மின் அழுத்த வேறுபாடு ஏற்படும். இதை முற்றிலும் தவிர்க்க முடியாது. ஆனால், இரு கரைசல்களையும், பொட்டாசியம் குளோரைடு உப்புப் பாலத்தின் மூலம் இணைத்தால், நீர்ம இணைப்பு மின் அழுத்தம் (Liquid junction potential) வெகுவாகக் குறையும்.

ஹைட்ரஜன் மின் முனையைப் பயன்படுத்தி, எவ்வாறு ஒரு துத்தநாக மின் முனையின் அழுத்தத்தை அளக்கலாம் என்பதைப் பார்ப்போம். ஒரு லிட்டர் கரைசலில் ஒரு கிராம் சமான எடை துத்தநாக அயனிகள் உள்ள கரைசலில், ஒரு துத்தநாக அயனி கள் உள்ள கரைசலில், ஒரு துத்தநாகத் தகட்டை அமிழ்த்து வைத்தால் அதனை நியம துத்தநாக மின் முனையாகக் (Standard zinc electrode) கருதலாம். இது ஒரு அரை மின்கலமாகும். இந்த அரை மின்கலத்துடன் நியம ஹைட்ரஜன் மின்முனையைப் படத்தில் காட்டியபடி பொட்டாசியம் குளோரைடு உப்புப் பாலத்



படம் 34

தின் வழியாக இணைத்தால், அனைத்தும் ஒரு மின் கலமாக ஆகின்றது.

இதே மின்கலத்தைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டாலும் குறிக்கலாம்.

Zn	Zn^{++} IN. செறிவுள்ள கரைசல்	H^{+} I. N செறிவுள்ள கரைசல்	$Pt + H_2$ B ஹைட்ரஜன் 1 வா. ம. அ.

இந்த மின்கலத்தைத் தகுந்த மின் சுற்றுடன் இணைத்து, மின் அழுத்தமானி முறையில் இதன் மின் இயக்க விசையைக் கண்டறியலாம். 25°C வெப்ப நிலையில் இந்த மின்கலத்தின் மின் அழுத்தத்தின் மதிப்பு —0·76 வோல்ட் ஆக உள்ளது. இந்த மதிப்பு, நியம துத்தநாக மின்முனையின் அழுத்தத்திற்கும், நியம ஹைட்ரஜன் மின் முனையின் மின் அழுத்தத்திற்குமுள்ள எண்ணியல் வேறுபாடு (Algebraic difference) ஆகும். ஹைட்ரஜன் நியம மின் முனையின் அழுத்தத்தை — 0·76 வோல்ட் என்கிறோம். இதே முறையில் மற்ற உலோக நியம மின் முனைகளின் அழுத்தங்களையும் அறியலாம்.

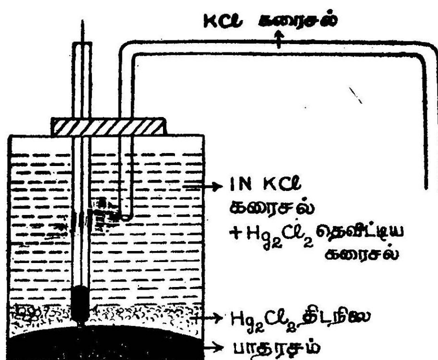
ஹைட்ரஜன் நியம மின்முனையை எளிதில் அமைக்கமுடியாதாகையால், ஒரு மேற்கோள் மின் முனையை (reference electrode) ஹைட்ரஜன் நியம மின் முனைக்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்துவது வழக்கம். காலமல் மின்முனையை ஆய்வுக் கூடங்களுக்கு மேற்கோள் மின் முனையாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

காலமல் மின்முனை (Calomel Electrode)

காலமல் மின்முனை எளிதில் அமைக்ககூடியதாயும் கையாளக்கூடியதாயும் உள்ளது. இந்த சாதனத்தின் அடியில் பாதரசம் உள்ளது. பாதரசத்தில் அமிழ்த்திய நிலையிலுள்ள ஒரு பிளாட்டினத் தகடு மின்கடத்தியாக செயல்படுகின்றது. பரதரசத்திற்கு மேல் திட நிலையில் மர்குரஸ் குளோரைடு உப்பும், அதன் மேல் மர்குரஸ் குளோரைடு (காலமல்) தெவிட்டிய கரைசலும் உள்ளன. இக்கரைசலுடன் டெசி நார்மல் பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசல் அல்லது நார்மல் பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசல் கலக்கப்பட்டிருக்கும்.

காலமல் மின் முனையின் மின் அழுத்தம் பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலின் அடர்வைப் பொருத்துள்ளது. எனவே, இவ்வகை மின் முனைகள், டெசி நார்மல் காலமல் மின்முனையென்றும், நார்மல் காலமல் மின்முனையென்றும், அழைக்கப்படு

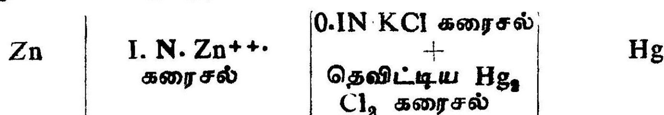
-கின்றன. 25°C வெப்பநிலையில் டெசி நார்மல் பொட்டாசியம் குளோரைடைப் பெற்றுள்ள காலமல் மின் கலத்தின் மின்



படம் 35.

அழுத்தம் + 0·334 வோல்ட் ஆகும். காலமல் மின் முனையின் அழுத்தம் நிலையாக உள்ளதால், இதை எளிதில் அமைத்து ஒரு மேற்கோள் மின்முனையாக உபயோகப்படுத்துகின்றனர்.

ஒரு நியம துத்தநாக மின் முனை டெசி நார்மல் காலமல் மின் முனையுடன் இணைக்கப்படும்பொழுது பெறப்படும் மின் கலத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்கலாம்.



Zn	I. N. Zn^{++} கரைசல்	0.IN KCl கரைசல் + தெவிட்டிய Hg_2Cl_2 கரைசல்	Hg

இந்த மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசை + 1·094 வோல்ட் என்று சோதனையின்மூலம் அறியலாம். இந்த மின் இயக்க விசை இரண்டு மின் முனைகளுக்குமுள்ள எண்ணியல் வேறுபாடாக உள்ளலால். நியம துத்தநாக மின்முனையின் மின் அழுத்தம்

$$1{\cdot}094 = + {\cdot}334 - [-x]$$

$\therefore$ $-x$-ன் மதிப்பு $= -0{\cdot}76$

$\therefore$ நியம துத்தநாக மின் முனையின் மின் அழுத்தம் —0·76 வோல்ட்

நியம மின் அழுத்த மதிப்புகள் (Standard Electrode Potentials)

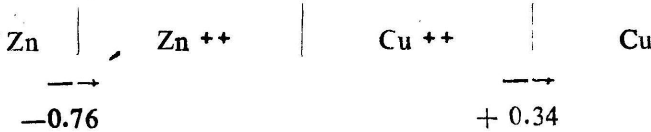
ஒரு உலோகம் அந்த அயனிகள் உள்ள கரைசலில் அமிழ்ந்திருக்கும்பொழுது, உலோகத்தின் தன்மைக்கேற்பவும்,

கரைசலின் செறிவுக் கேற்பவும் மின் அழுத்தம் ஏற்படுமென்று அறிந்தோம். பல உலோக மின்முனைகளின் அழுத்தங்களை ஒப்பிடும்பொழுது, கரைசலின் செறிவை ஒரு நியமமாகக் கொள்ளல் வேண்டும். ஒரு நார்மல் செறிவுள்ள கரைசலை நியமச் செறிவுக் கரைசலாகக் கொண்டு உலோக மின்முனைகளின் மின் அழுத்தங்கள் ஒப்பிடப்படுகின்றன. 25°C வெப்ப நிலையில் ஒரு நார்மல் செறிவுள்ள உலோக அயனிகளின் கரைசலில் உலோகம் அமிழ்ந்திருக்கும்பொழுது ஏற்படும் மின் அழுத்தத்தை அந்த உலோகத்தின் நியம மின் அழுத்தமென்று கூறுகிறோம்.

25°C. வெப்ப நிலையில் நியம மின் அழுத்தங்கள்

உலோகம்/அயனி	மின் அழுத்தம் (வோல்ட்)	உலோகம்/அயனி	மின் அழுத்தம் (வோல்ட்)
Li, Li^{+}	— 3·04	H, H^{+}	0·00
K, K^{+}	— 2·92	Bi, Bi^{+++}	+ 0·23
Ba, Ba^{++}	— 2·90	Cu, Cu^{++}	+ 0·345
Na, Na^{+}	— 2·71	Cu, Cu^{+}	+ 0·522
Mg, Mg^{++}	— 1·87	Fe^{++}, Fe^{+++}	+ 0·748
Al, Al^{+++}	— 1·69	Hg, Hg^{+}	+ 0·799
Zn, Zn^{++}	— 0·76	$Hg_2, 2H^{+}$	+ 0·799
Fe, Fe^{++}	— 0·44	Ag, Ag^{+}	+ 0·800
Ni, Ni^{++}	— 0·23	Hg, Hg^{++}	+ 0·854
Sn, Sn^{++}	— 0·13	Pt, Pt^{++}	+ 1·2
Pb, Pb^{++}	— 0·12	Au, Au^{+++}	+ 1·42
H, H^{+}	0·000		
		அலோகம்/அயனி	மின் அழுத்தம் (வோல்ட்)
		OH^{-}, O_2	+ 0·401
		$2Br^{-}, Br_2$	+ 1·065
		$2Cl^{-}, Cl_2$	+ 1·358

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள பட்டியலில் கண்டுள்ள ஏதாவது இரண்டு மின்முனைகளை இணைப்பதன் மூலம் கிடைக்கும் மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசையை எளிதில் கணக்கிடலாம். இவ்வாறு கணக்கிடும்பொழுது இரண்டு நீர்மக் கரைசல்களும் சேருமிடத்தில் ஏற்படும் மின் அழுத்தத்தையும் எடுத்துக் கொள்ளல் வேண்டும். ஆனால் இரண்டு அரை மின்கலத்தையும் பொட்டாசியம் குளோரைடு உப்புப் பாலத்தின்மூலம் இணைப்பதாகக் கருதினால், நீர்ம இணைப்பு மின் அழுத்தத்தைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளாமல், இரு மின்முனைகளின் மின் அழுத்தங்களின் மதிப்புகளிலிருந்து மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசையைக் கணக்கிடலாம்.



எனவே, டேனியல் மின்கலத்தின் மின் இயக்கவிசை = +0.34– [– ·76] = 1.1 வோல்ட் ஆகும்.

நியம மின்அழுத்தப் பட்டியலில், உலோகங்கள் அவற்றின் மின்அழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு ஒரு ஒழுங்கான முறையில் அடுக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு உலோகம் அதிக அளவில் எதிர்மின் அழுத்தத்தைப் பெற்றிருந்தால், அந்த உலோகம் பெருமளவில் அயனிகளாக மாறும் தன்மை யுள்ளதாயிருக்கும். எளிதில் அயனியாகும் உலோகம், அதைவிடக் குறைவான எதிர் மின் அழுத்தத்தைப் பெற்றுள்ள உலோகத்தை அதனுடைய கரைசலிலிருந்து வெளியேறச் செய்யும். துத்தநாகத்தின் நியம மின் அழுத்தம் — 0.76. இரும்பின் நியம மின் அழுத்தம் —0.44. எனவே, துத்தநாகம் இரும்பு அயனிகள் உள்ள கரைசலில் வைக்கப்படுமானால், இரும்பு வீழ்படிவாகக் கிடைக்கும். மக்னீசியத்தின் நியம மின் அழுத்தம் —2.37. துத்தநாக உப்புக் கரைசலில் மக்னீசியம் உலோகத் தண்டைக் கலந்தால், மக்னீசியம் அயனிகளாக மாறி, துத்தநாகம் வீழ்படிவாகப்படியும். ஹைட்ரஜனின் நியம மின் அழுத்தம் சூன்யமாக உள்ளது. பட்டியலில் ஹைட்ரஜனுக்கு முன்னால் உள்ள உலோகங்களை (எதிர்மின் அழுத்தங்களைப் பெற்றுள்ள உலோகங்கள்) ஹைட்ரஜன் அயனிகள் நார்மல் அடர்விலுள்ள கரைசல்களில் அமிழ்த்தினால், ஹைட்ரஜன் வாயு வெளியாகும். இக்காரணத் தாலேயே, பட்டியலில் ஹைட்ரஜனுக்குப் பின் காணப்படும்

உலோகங்கள், ஹைட்ரஜன் வாயுவை அமிலக் கரைசல்களி லிருந்து வெளியேற்ற முடிவதில்லை.

வெப்ப இயக்க இயல் அறிமுறையில் (Thermo-dynamically) உலோகத்தின் நியம மின் அழுத்தத்திற்கும், கரைசலின் செறிவுக்கும் தொடர்புபடுத்தும் சமன்பாடு பின்வருமாறு :

$$E = Eo - \frac{RT}{nF} \log e + C$$

E = உலோகத்தின் மின் அழுத்தம்.

Eo = உலோகத்தின் நியம மின் அழுத்தம்.

R = மாறிலி

T = வெப்ப நிலை (தனி அலகில்)

n = உலோகத்தின் இணை திறன்

F = ஃபாரடே

C = கரைசலில் உலோக அயனிகளின் செறிவு.

சோதனை 25°C வெப்ப நிலையில் செய்யப்படுவதாக வைத்துக் கொண்டால், R, T, F ஆகியவைகளின் மதிப்புகளை இச் சமன் பாட்டில் புகுத்திக் கீழ்க்கண்ட எளிய சமன்பாட்டை அடையலாம்.

$$E = Eo - \frac{0.059}{n} \log 10\, C$$

மாதிரிக் கணக்கு

ஒரு காரீய உலோகத் தண்டு அதன் அயனிகளை (pb^{++}) கொண்ட 0.015M செறிவுள்ள கரைசலில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. காரீயத்தின் நியம மின் அழுத்தம் + 0.13 Volt [$pb \longrightarrow pb^{++} + 2e$] என்றால், கொடுக்கப்பட்டுள்ள அரை மின் கலத்தின் மின் அழுத்தத்தைக் கணக்கிடுக.

கரைசலின் அடர்வு (e) = ·015m

காரீயத்தின் நியம மின் அழுத்தம் [Eo] = 0.13 வோல்ட்

காரீயத்தின் இணை திறன் (n) = 2

$$E = Eo - \frac{\cdot 059}{2} \log \cdot 0\cdot 015$$

$$= Eo - \frac{\cdot 059}{2} \log 15 \times 10^{-3}$$

$$= Eo + \frac{0.059}{2} \log \frac{10^{3}}{15}$$

$$= Eo + \frac{0\cdot 059}{2} \times 1.8239$$

$$= Eo + 0.0538$$

$$= 0\ 13 + 0.0538$$
$$= 0\cdot 1838$$

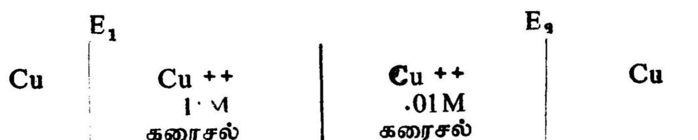
கொடுக்கப்பட்டுள்ள காரீய அரைமின் கலத்தின் மின் அழுத்தம் } = + 0·1838 வோல்ட்

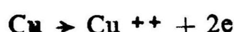
அடர்வுசார் மின் கலங்கள் (Concentration Cells)

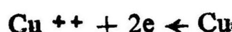
ஒரு மின் முனையில் ஏற்படும் மின் அழுத்தம், மின் முனையாகப் பயன்படுத்தப்படும் உலோகத்தின் பண்பையும், கரைசலிலுள்ள அயனிகளின் ஊடு பரவல் அழுத்தத்தையும் பொருத்ததென்று அறிந்தோம். எனவே, ஒரு உலோகத் தண்டு, வெவ்வேறு ஊடுபரவலழுத்தம் உள்ள கரைசல்களில் வைக்கப் படுமானல், அவற்றில் ஏற்படும் மின் அழுத்தங்களும் மாறுபட்டிருக்கு மென்ருகிறது. இக் கருத்தையே வேறு வித மாகவும் கூறலாம். ஒரு உலோக மின் முனை, ஒரு கிராம் அயனி லிட்டர் :அடர்வுள்ள கரைசலில் அமிழ்ந்திருக்கும்பொழுது ஏற்படும் மின் முனை அழுத்தத்தை அதன் நியம மின் அழுத்தம் என்று அழைக்கிருேம். கரைசலில் அயனிகளின் அடர்வு இதை விடக் குறைவாக இருப்பின் மின் அழுத்த மதிப்பும் குறையும்.

எடுத்துக்காட்டாக, காப்பர் உலோகத்தின் நியம மின் அழுத்தம், பட்டியலின்படி + 0·344 வோல்ட். ஆனுல், காப்பர் அயனிகளின் அடர்வு 0·01M ஆக இருப்பின், அதன் மின் அழுத்தம் + 0·285 வோல்ட் ஆக உள்ளது. எனவே, கரைசலின் அடர்வுகளை மாற்றுவதன்மூலம் ஒரே உலோகத் தண்டுகளைக் கொண்டு வெவ்வேறு மின் அழுத்தங்களைப் பெறமுடியும் என்ரு கின்றது. இத்தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி 'அமைக்கப்படும் மின் கலங்களுக்கு அடர்வுசார் மின்கலங்கள்' (concentration cells) எனப் பெயர்.

இரண்டு காப்பர் மின் முனைகளைக் காப்பர் அயனிகள் I.M செறிவுள்ள கரைசலிலும், 0·01M. செறிவுள்ள கரைசலிலும் வைத்தால், இரண்டு அரை மின்கலங்கள் உருவாகின்றன. இவற்றை ஓர் உப்புக் கரைசல் பாலத்தின்மூலம் இணைத்தால், ஒரு அடர்வுசார் மின்கலம் கிடைக்கின்றது.







$E_1 = + 0·344$ வோல்ட்

$E_2 = + 0.285$ வோல்ட்

எனவே மின் கலத்தின் மின் இயக்கவிசை $\left.\right\} = 0·344 - [+ 0·285]$

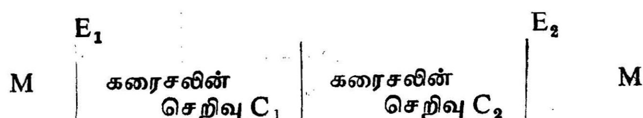
$= 0·344 - 0.285$

$=$ **0·059 வோல்ட்**

E_1 மின் அழுத்தமுள்ள மின் முனையில் காப்பர் அயனிகளின் செறிவு அதிகமுள்ளதால், மின் முனையில் அதிக அளவில் காப்பர் படிகின்றது. E_2 மின் அழுத்தமுள்ள மின் முனையில் அயனிகளின் அடர்வு குறைவாக உள்ளதால், மின் முனையில் காப்பர் படிவது குறைவாக இருக்கும். எனவே, E_2 மின் முனையில் காப்பர் அணுக்கள் அயனிகளாக மாறுகின்றன என்றும், E_1 மின் முனையில் காப்பர் அயனிகள் அணுக்களாக மாறுகின்றன என்றும் குறிக்கின்றோம். தொடர்ந்து மின்கலம் செயல்படுமானால், வலப் புறமுள்ள மின்முனையில் அயனிகளின் செறிவு குறைந்து கொண்டும், இடப்புறமுள்ள மின்முனையில் காப்பர் அயனிகளின் செறிவு அதிகமாகிக்கொண்டும் இருக்கும். இக்காரணத்தால் சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு, இரு மின்களிலுமுள்ள கரைசல்களின் அடர்வுகள் சமமாகி, மின்கலத்தின் மின் இயக்கவிசை பூஜ்ய மாகிறது.

அடர்வுசார் மின்கலங்களின் மின் இயக்க விசையையும் வெப்ப இயக்க அறிமுறையில் கணக்கிடலாம். M என்ற உலோ

கத்தின் தண்டு C_1 செறிவுள்ள கரைசலிலும், அதே உலோகத் தண்டு C_2 செறிவுள்ள கரைசலிலும் உள்ளதாகக் கொள்வோம். இரண்டு அரை மின்கலங்களையும் ஒரு உப்புப் பாலத்தால் இணைத்தால் ஒரு அடர்வுசார் மின்கலம் உருவாகின்றது இரண்டு மின் முனைகளிலும் ஏற்படும் மின் அழுத்தங்களை முறையே E_1, E_2 எனக் கொள்வோம்.



$$E_1 = E_0 - \frac{0{\cdot}059}{n} \log 10\, C_1$$

$$E_2 = E_0 - \frac{0.059}{n} \log 10\, C_2$$

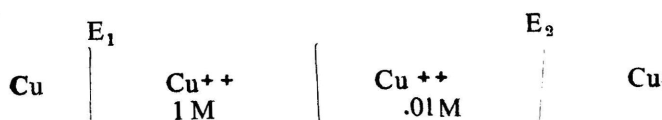
மின்கலத்தின் மின் இயக்கவிசை E என்க.

$$E = E_1 - E_2$$

$$E = \left[E_0 - \frac{0\ 059}{n} \log 10\, C_1\right] - \left[E_0 - \frac{0{\cdot}059}{n} \log 10\, C_2\right]$$

$$E = \frac{0.059}{n} \quad \frac{\log 10\, C_2}{C_1}$$

இந்தச் சமன்பாட்டைக் காப்பர் அடர்வுசார் மின்கலத்திற்குப் பயன்படுத்தி, அதன் மின் இயக்க விசையைக் கணக்கிடலாம்.



$$E = E_1 - E_2$$

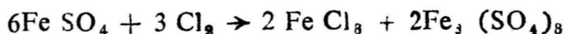
$$\frac{0{\cdot}059}{2} \times \log 10 \frac{1}{0{\cdot}1}$$

$$= 0{\cdot}059$$

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள காப்பர் அடர்வு சார் மின்கலத்தின் மின் அழுத்தம் } = 0·059 வோல்ட்.

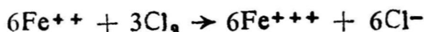
ஆக்சிஜனேற்ற, ஆக்சிஜன் ஒடுக்க மின் அழுத்தங்கள் (Oxidation, Reduction Potentials)

ஃபெர்ரஸ் சல்ஃபேட் உப்புக் கரைசல் குளோரினுடன் வினையுறும்பொழுது, ஃபெர்ரிக் சல்ஃபேட் கிடைக்கின்றது. இந்த வினையில், ஃபெர்ரிக் சல்ஃபேட் ஆக்சிஜனேற்ற மடைந்து ஃபெர்ரிக் சல்ஃபேட்டாக மாறுவதாகக் கூறுகிறோம். இவ் வினையைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.



$$6Fe\,SO_4 + 3\,Cl_2 \rightarrow 2\,Fe\,Cl_3 + 2Fe_2\,(SO_4)_3$$

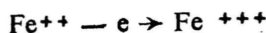
இவ் வினையில் ஃபெர்ரஸ் அயனிகள் ஃபெர்ரிக் அயனிகளாக மாறுகின்றன. குளோரின் அணுக்கள் குளோரைடு அயனிகளாக மாறுகின்றன. எனவே, இவ் வினையைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடாலும் குறிக்கலாம்.



$$6Fe^{++} + 3Cl_2 \rightarrow 6Fe^{+++} + 6Cl^-$$

ஃபெர்ரஸ் அயனி ஒவ்வொன்றும் ஒரு எலெக்ட்ரானை இழந்து, ஃபெர்ரிக் அயனியாக மாறுகின்றது. இதை ஆக்சிஜனேற்ற வினையாகக் கருதுகிறோம். எனவே, எலெக்ட்ரான் இழத்தலை ஆக்சிஜனேற்ற வினையென்று கூறலாம். ஒவ்வொரு குளோரின் அணுவும் ஓர் எலெக்ட்ரானைப் பெற்று, குளோரைடு அணுவாக மாறுகின்றது. ஃபெர்ரஸ் அயனிகள் எலெக்ட்ரான்களை இழப்பதற்கு, குளோரின் அணுக்கள் காரணமாக இருத்தலால் எலெக்ட்ரான்களைப் பெறும் குளோரினை ஆக்சிஜனேற்றி (oxidising agent) என்கிறோம்.

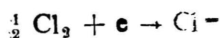
ஃபெர்ரஸ் அயனிகள், ஃபெர்ரிக் அயனிகளாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் வினையை மிக எளிய முறையில்



$$Fe^{++} - e \rightarrow Fe^{+++}$$

என்ற சமன்பாட்டால் எழுதலாம்.

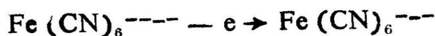
குளோரின், குளோரைடு அயனிகளாக மாறும் வினையை



$$\tfrac{1}{2}\,Cl_2 + e \rightarrow Cl^-$$

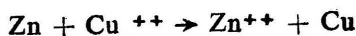
எனக் குறிக்கலாம். எனவே, ஆக்சிஜனேற்றம் எதிர் மின்னேற்றத்தை இழத்தலையும், ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம் எதிர் மின்னேற்றத்தைக் கொள்ளலையும் குறிக்கின்றன.

இக்கருத்தின்படி பெர்ரோசயனைடு அயனி, பெர்ரிசயனைடு அயனிகளாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் வினையைக் கீழ்க்கண்ட எளிய சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.



$$Fe(CN)_6^{----} - e \rightarrow Fe(CN)_6^{---}$$

இவ் விளக்கத்தின்படி பார்த்தால் மின்கலங்களில் நிகழும் வினைகளை, ஆக்சிஜனேற்ற ஆக்சிஜன் ஒடுக்கி வினைகளாகக் கருதலாம். டேனியல் மின்கலத்தில் நிகழும் வினையை



$$Zn + Cu^{++} \rightarrow Zn^{++} + Cu$$

என்ற சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம். இவ்வினையில் துத்தநாகம் எலெக்ட்ரான்களை இழக்கின்றது அல்லது ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகின்றது எனக் கூறலாம். காப்பர் அயனி எலெக்ரான் களைப் பெறுகின்றது அல்லது ஆக்சிசிஜன் ஒடுக்கம். அடைகின்றது எனக் கூறலாம்.

ஆக்சிஜனேற்ற நிலை, ஆக்சிஜன் ஒடுக்க நிலை ஆகிய இரு நிலைகளும் கொண்ட கரைசலில், தாக்குதலுக்கு உட்படாத பிளாட்டினம் போன்ற மின் முனையை அமிழ்த்தினுல், அந்த மின் முனையில் மின் அழுத்தம் ஏற்படுகின்றது. இந்த மின் அழுத்தத்தின் மதிப்பு, அயனிகள் மின் ஆற்றலைக் கொள்ளும் தன்மை, அல்லது அதிக அளவு ஆக்சிஜனேற்ற நிலையிலிருந்து குறைந்த அளவு ஆக்சிஜனேற்ற நிலைக்கு (higher to a lower state of oxidation) மாறும் போக்கு ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கும். இவ்வாறு பெறப்படும் மின் அழுத்தத்தை ஆக்சிஜனேற்ற-ஆக்சிஜன் ஒடுக்க மின் அழுத்தம் (oxidation reduction potential) என்கிறோம்.

இவ்வித அமைப்பு ஆக்சிஜனேற்றம் பண்பைப் பெற்றிருப்பின், மின் முனை எலெக்ட்ரான்களை இழந்து, நேர் மின்னேற்ற நிலையையடையும். ஆனுல், அமைப்பில் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கப் பண்பு இருப்பின், மின்முனை எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்று எதிர் மின்னேற்ற நிலையை அடையும். மின் அழுத்தங்களின் மதிப்பைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டால் எளிதில் கணக்கிடலாம்.

$$E = Eo \frac{2.303\ RT}{nF} \log 10 \frac{\text{வினைபொருள்}]}{[\text{வினைபொருள்}]}$$

E = மின்முனையில் ஏற்படும் மின் அழுத்தம்.

Fo = நியம ஆக்சிஜனேற்ற மின் அழுத்தம்.

R = மாறிலி

T = வெப்ப நிலை (தனி அலகில்)

n = வினைபொருள், வினைபொருளாக மாறும்பொழுது பங்கு பெறும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை.

F = ஃபாரடே

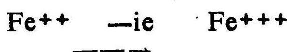
[வினைபொருள்] = வினைபொருளின் கிளர்ச்சி (activity) அல்லது செறிவு.

[வினைபொருள்] = வினைபொருளின் கிளர்ச்சி அல்லது செறிவு; வினை 25°C வெப்ப நிலையில் நிகழ்த்தப்பட்டால்

$$E = Eo - \frac{.059}{n} \log 10 \frac{[\text{விளைபொருள்}]}{[\text{வினைபொருள்}]}$$

எனவும் எழுதலாம்.

ஒரு பிளாட்டின மின் முனையை, ஃபெர்ரஸ், ஃபெர்ரிக் அயனிகள் கொண்ட கரைசலில் அமிழ்த்தி வைக்கும்பொழுது, ஃபெர்ரஸ் அயனி ஃபெர்ரிக் அயனியாக மாறி, ஆக்சிகரணம் அடைவதாகக் கொள்வோம்.



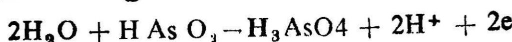
இவ்வினையில் ஒரு எலெக்ட்ரான் பங்கு பெறுவதால் n_1-ன் மதிப்பு ஒன்றாகும். இவ்வினை ஒரு ஆக்சிகரண வினையாக உள்ளதால் ஃபெர்ரஸ், ஃபெர்ரிக் நியம ஆக்சிகரண மின் அழுத்தம் [Eo] = —0·772 வோல்ட் எனக் கொள்ளல் வேண்டும். கரைசலின் ஃபெர்ரஸ், பெர்ரிக் அயனிகளின் செறிவுகள் தெரிந்திருந்தால், பிளாட்டின மின்முனையில் ஏற்படும் அழுத்தத்தை [E] பின்வரும் சமன்பாட்டால் எளிதில் கணக்கிகிடலாம்.

$$E = Eo - \frac{0.059}{1} \log 10 \frac{[Fe^{+++}]}{[Fe^{++}]}$$

25°C வெப்ப நிலையில் சில அமைப்புகளின் நியம ஆக்சிஜனேற்ற மின் அழுத்தங்கள்

அமைப்பு		மின் அழுத்தம் (வோல்ட்)
Fe^{++},	Fe^{+++}	— 0·772
Sn^{++},	Sn^{++++}	— 0 15
Cr^{++},	Cr^{+++}	+ 0·41

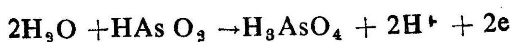
மாதிரிக்கணக்கு 1



$$2H_2O + H\,As\,O_3 \rightarrow H_3AsO4 + 2H^+ + 2e$$

இவ்வினையின் நியம மின் அழுத்தம் — 0·56 வோல்ட் ஆக உள்ளது. HAsO2 மின் செறிவு 0·1M ஆகவும், H_3AsO_4 யின் செறிவு 0·05 M ஆகவும், H^+ செறிவு 10^{-6} M ஆகவும், இருக்கும் பொழுது வினையின் மின் அழுத்தத்தைக் கணக்கிடுக.

$$E = Eo - \frac{0{\cdot}059}{n} \log 10 \frac{[\text{விளைபொருள்}]}{[\text{வினைபொருள்}]}$$



$$2H_3O + HAs\,O_2 \rightarrow H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e$$

HAsO2 — வினைபொருள்

H_3AsO_4; $2H^+$ — விளைபொருள்கள்

Eo = 0·56V வோல்ட்

$$E = Eo - \frac{0{\cdot}059}{2} \log \frac{[H_3AsO_4]\,[H^{+2}]}{[HAsO_2]}$$

$$= Eo - \frac{0{\cdot}059}{2} \log \frac{0{\cdot}05 \times 10^{-12}}{0{\cdot}1}$$

$$Eo + \frac{0{\cdot}059}{2} \log \frac{0{\cdot}1}{0{\cdot}05 \times 10^{12}}$$

$$= Eo + \frac{0.059}{2} \log \frac{0.1 \times 10^{12}}{0.05}$$

$$= Eo + \frac{0.059}{2} \log 2 \times 10^{12}$$

$$= Eo + \frac{0.059}{2} \times 12.3010$$

$$\therefore \quad = -0.56 + 0.3629$$

$$= -0.1971$$

வினையில் மின் அழுத்தம் $= -0.1971$

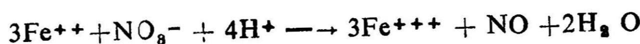
மாதிரிக்கணக்கு 2



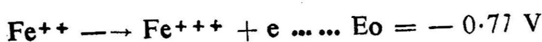
$$Fe^{++} \rightarrow Fe^{+++} + e$$

இவ்வினையில் Eo ன் மதிப்பு 0·77 வோல்ட்.

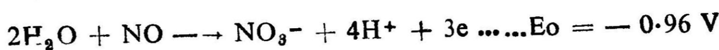
$2H_2O + No \rightarrow No_3^- + 4H^+ + 3e$ இவ்வினையில் Eo ன் மதிப்பு — 0·96 வோல்ட் என்றால் கீழ்க்கண்ட வினையில் மின் அழுத்தத்தின் மதிப்பைக் கணக்கிடுக இவ்வினை தூண்டுதலின்றி உடன் விளையக்கூடியதா ?



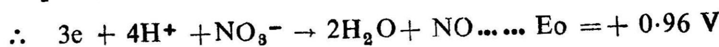
$$3Fe^{++} + NO_3^- + 4H^+ \longrightarrow 3Fe^{+++} + NO + 2H_2O$$



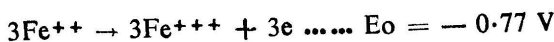
$$Fe^{++} \longrightarrow Fe^{+++} + e \; \ldots\ldots \; Eo = -0.77 \text{ V}$$



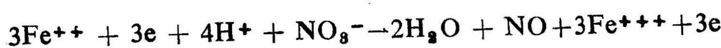
$$2H_2O + NO \longrightarrow NO_3^- + 4H^+ + 3e \; \ldots\ldots Eo = -0.96 \text{ V}$$



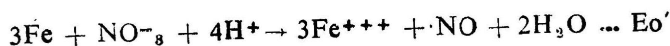
$$\therefore \quad 3e + 4H^+ + NO_3^- \rightarrow 2H_2O + NO \ldots\ldots \; Eo = +0.96 \text{ V}$$



$$3Fe^{++} \rightarrow 3Fe^{+++} + 3e \; \ldots\ldots \; Eo = -0.77 \text{ V}$$



$$3Fe^{++} + 3e + 4H^+ + NO_3^- \rightarrow 2H_2O + NO + 3Fe^{+++} + 3e$$



$$3Fe + NO_3^- + 4H^+ \rightarrow 3Fe^{+++} + NO + 2H_2O \; \ldots \; Eo'$$

$$Eo' = +0.96 \text{ V} - 0.77 \text{ V}$$

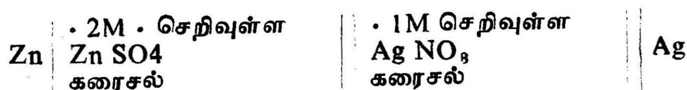
$$= +0.19 \text{ V}$$

கொடுக்கப்பட்டுள்ள வினையில் மின் அழுத்தம் $\}$ = + **0·19** வோல்ட்

மின் அழுத்தம் + மதிப்பைப் பெற்றுள்ளதால், வினை எவ்வித தூண்டுதலுமின்றி உடன் விளையக் கூடியது.

மாதிரிக் கணக்கு 3

• 25°C வெப்ப நிலையில் துத்தநாகம், சில்வர் இவற்றின் நியம ஆக்சிஜனேற்ற மின் அழுத்தங்கள் முறையே + 0·7618 வோல்ட், — 0·7918 வோல்ட் என்றால் கீழ்க் காணும் மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசையைக் கணக்கிடுக.



மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசை [E] $= E_1 - E_2$

E_1 = துத்தநாக மின் முனையில் மின் அழுத்தம்

E_2 = சில்வர் மின் முனையில் மின் அழுத்தம்.

$$E_1 = EO - \frac{RT}{nF} \text{ loge } C_1$$

C_1 = துத்தநாக சல்ஃபேட்டின் செறிவு

$$E_1 = Eo - \frac{0{\cdot}059}{2} \log 0{\cdot}2$$

$$= +\, 0{\cdot}7618 - \frac{0{\cdot}059}{2} \log 0{\cdot}2$$

$$= +\, 0{\cdot}7618 - \frac{0{\cdot}059}{2} \times \bar{1}{\cdot}3010$$

$$= +\, 0{\cdot}7618 + \frac{0{\cdot}059}{2} \times 0{\cdot}699$$

$$= +\, 0{\cdot}78245$$

$$E_2 = Eo - \frac{RT}{nF} \log e\, C_2$$

C_2 = சில்வர் நைட்ரேட்டின் செறிவு

$Eo = -\,0{\cdot}7978$

$$E_2 = -0{\cdot}7978 - \frac{0{\cdot}059}{1}\log 0{\cdot}1$$

$$= -0{\cdot}7978 - \frac{0{\cdot}059}{1} + \bar{1}$$

$$= -0{\cdot}7978 + 0{\cdot}059$$

$$= -0{\cdot}7387$$

$$E_1 = E_1 - E_2$$

$$= 0{\cdot}78245 - [-0{\cdot}7387]$$

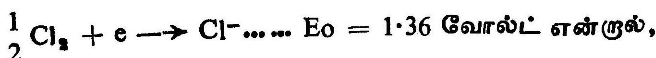
$$= 0{\cdot}78245 + 0{\cdot}7387$$

$$= 1{\cdot}5212$$

மின் கலத்தின் மின் இயக்குவிசை } = **1·52** வோல்ட்

மாதிரிக் கணக்கு 4

கோபால்ட் உலோகத் தண்டு 1·M Co^{++} கரைசலிலுள்ள ஒரு அரை மின் கலமும், பிளாட்டின உலோகத் தண்டு 1·M Cl^{-} கரைசலிலுள்ள ஒரு அரை மின்கலமும் உப்புப் பாலத்தால் இணைக்கப்பட்டு, ஒரு மின் கலம் உருவாக்கப்பட்டது. பிளாட்டின அரைமின் கலப் பகுதியில் குளோரின் வாயு ஒரு வாயு மண்டலத்தில் கொப்புளிக்கப்பட்டது. இந்த மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசை 1·63 வோல்ட் ஆக இருந்தது. மின் கலத்தில் கோபால்ட் மின் முனை எதிர் மின் முனையாகவும், பிளாட்டின மின் முனை நேர் மின் முனையாகவும் செயல்பட்டன.



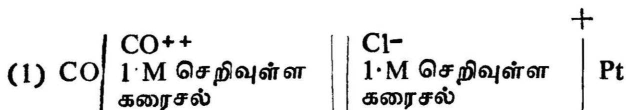
$\frac{1}{2} Cl_2 + e \longrightarrow Cl^{-}$...... $Eo = 1{\cdot}36$ வோல்ட் என்றால்,

(1) மின் கலத்தில் நிகழும், வினையைச் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடுக.

(2) கோபால்ட் மின் முனையின் நியம மின் அழுத்தம் யாது?

(3) குளோரின் வாயுவின் அழுத்தத்தை அதிகரித்தால், மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசை அதிகப்படுமா, அல்லது குறையுமா?

(4) கோபால்ட் அயனியின் (Co^{++}) செறிவு 0·01 M-க்கு குறைக்கப் பட்டால், மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசையின் மதிப்பு என்ன ?



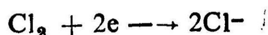
கோபால்ட் மின்முனை எதிர்மின் முனையானதால் அரைமின் கலத்தில் நிகழும் வினையை



$$CO \longrightarrow CO^{++} + 2e$$

எனக் குறிக்கலாம்.

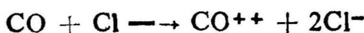
பிளாட்டின மின்முனை நேர்மின் முனையாகச் செயல் படுவதால், அந்த அரை மின் கலத்தில் நிகழும் வினையை



$$Cl_2 + 2e \longrightarrow 2Cl^-$$

எனக் குறிக்கலாம்.

எனவே மின்கலத்தில் நிகழும் வினையை



$$CO + Cl \longrightarrow CO^{++} + 2Cl^-$$

எனக் குறித்தல் வேண்டும்.

(2) $E = E_1 + E_2$

$= 1·63$ வோல்ட்

E = மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசை.

E_1 = கோபால்ட் மின் முனையின் நியம ஆக்சிஜனேற்ற மின் அழுத்தம்.

E_2 = பிளாட்டின மின் முனையில் குளோரினின் நியம ஆக்சிஜன் ஒடுக்க மின் அழுத்தம்.

$= 1·36$ வோல்ட்

$\therefore \quad 1·63 = E_1 + 1·36$

$E_1 = 1·63 - 1·36$

$= 0·27$

கோபால்ட் நியம ஆக்சிஜனேற்ற மின் அழுத்தம் $\Big\}$ = + 0·27 வோல்ட்

(3) பிளாட்டின மின் முனையில் நிகழும் வினையை



$$Cl + e \longrightarrow Cl^-$$

எனக் குறிக்கலாம்.

$$E = Eo - \frac{0{\cdot}059}{n} \log \frac{[\text{விளை பொருள்}]}{[\text{வினை பொருள்}]}$$

விளை பொருள் குளோரைடு அயனியாக உள்ளதால், அதனை ஒரு முழு அலகாகக் கொள்ளலாம். வினை பொருளான குளோரின் வாயுவின் பகுதி அழுத்தத்தை p_1cl_2 எனக் குறிக்கலாம்.

$$E = Eo - \frac{0{\cdot}059}{1} \log \frac{1}{[p_1Cl_2]}$$

$$= Eo + \frac{0{\cdot}059}{1} \log \frac{[p_1Cl_2]}{1}$$

குளோரின் வாயுவின் பகுதி அழுத்தத்தைக் குறிக்கும் குறியீடு, பின்னத்தின் மேல் அடுக்கில் வருவதால், குளோரின் வாயுவின் அழுத்தத்தை அதிகரித்தால் மின் அழுத்தம் அதிகமாகும்.

$$(4)\ E_1 = Eo - \frac{RT}{nF} \log e\, C_1$$

C_1 = கோபால்ட் அயனியின் செறிவு

E_1 = கோபால்ட் அயனியின் செறிவு C_1 ஆக இருக்கும் பொழுது மின் அழுத்தம்.

Eo = கோபால்ட்டின் நியம மின் அழுத்தம் [0·27 வோல்ட்]

$$E = Eo - \frac{0{\cdot}059}{2} \log C_1$$

$$= 0{\cdot}27 - \frac{0{\cdot}059}{2} \log 0{\cdot}01$$

$$= 0{\cdot}27 + \frac{0{\cdot}059}{2} \log 10^{-2}$$

$$= 0{\cdot}27 + \frac{0{\cdot}059}{2} \log 10^{2}$$

$$= 0{\cdot}27 + \frac{0{\cdot}059}{2} \times 2$$

$$= 0{\cdot}27 + 0{\cdot}059$$

$$= 0{\cdot}329$$

$E = E_1 + E_2$

E = மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசை

E_1 = கோபால்ட் மின் முனையில் மின் அழுத்தம்

E_2 = பிளாட்டின மின் முனையில் மின் அழுத்தம்

$\therefore\ E = 0{\cdot}329 + 1{\cdot}36$

$= 1{\cdot}689$

	E_1	E_2	
CO	CO^{++} அயனிகள் 0·01 M செறிவுள்ள கரைசல்	Cl^- அயனிகள் 1·M செறிவுள்ள கரைசல்	pt Cl_2 1. வா. ம. அ.

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசை } = 1·689 வோல்ட்

மின் இயக்க விசையின் பயன்கள் (Application of E. M. F. Measurements)

மின் இயக்க விசையை பயன்படுத்தி,

(1) அரிதில் கரையும் உப்புக்களின் கரைதிறன்கள் ;

(2) வேதி விணைகளில் வெளியாகும் வெப்பம். ;

(3) அணைவு அயனிகளின் நிரந்தரத் தன்மைகள் ;

(4) ஹைட்ரஜன் அயனிகளின் செறிவுகள் ;

(5) உப்புகள் நீராற் சிதைவுறுதலின் அளவுகள். ;

(6) அயனிகளின் மின் பெயர்ச்சி எண்கள் ;

(7) அயனிகளின் விணை வலிவு எண்கள் (activity Coefficient);

(8) அமிலங்களின் பிரிகை எண்கள் (Dissociation constant of acids) ;

(9) நீரின் அயனிப் பெருக்கம்;

(10) அழுத்தமானி முறையில் தரம்பார்த்தல் (Potentio metric titrations)

முதலியவற்றை அறியலாம்.

இவற்றுள் அரிதில் கரையும் உப்புகளின் கரைதிறன்களை அறியும் முறையை மட்டும் சற்று விளக்கமாகக் காண்போம்.

அரிதாகக் கரையும் உப்புகளின் கரைதிறன்களைக் காண, மின் இயக்க விசையை ஆய்வுக் கூடங்களில் பயன்படுத்து கின்றனர். சில்வர் குளோரைடு மிகக் குறைந்த அளவே நீரில் கரையக் கூடியது. கீழே கண்ட அமைப்புள்ள ஒரு மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசையைக் காண்பதன் மூலம் சில்வர் குளோரைடின் கரைதிறனைக் கணக்கிடலாம்.

Ag	AgCl தெவிட்டிய கரைசல் + ·01N KCl கரைசல்	அம்மோனியம் நைட்ரேட் தெவிட்டிய கரைசல்	0.01N $AgNO_3$ கரைசல்	Ag

இந்த மின் கலத்தில் பொட்டாசியம் குளோரைடு உப்புப் பாலத்திற்குப் பதிலாக அம்மோனியம் நைட்ரேட் தெவிட்டிய கரைசலை உப்புப் பாலமாகப் பயன்படுத்தவேண்டும். அடர்வு தெரிந்த சில்வர் நைட்ரேட் கரைசலில் (.01N) அமிழ்த்தப்பட்ட சில்வர் உலோகத் தண்டு ஒரு மின் முனையாகச் செயல் படுகின்றது. சில்வர் குளோரைடு நீரில் மிகச் சிறிய அளவு கரையக் கூடியாதாகையால், இந்த உப்பிலிருந்து கிடைக்கக் கூடிய குளோரைடு அயனி மிக மிகக்குறைவாகும். சில்வர் குளோரைடு தெவிட்டிய கரைசலை, அடர்வு தெரிந்த பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலில் தயார் செய்யவேண்டும். பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசல், மின் கடத்துத் திறனைக் கணிசமான அளவு உயர்த்துவதற்கும், குளோரைடு அயனியின் அடர்வைத் திட்ட மாக அறிவதற்கும் பயன்படுகின்றது. இக்கரைசலில் அமிழ்ந் துள்ள சில்வர் உலோகத் தண்டு மற்றொரு மின் முனையாகச் செயல்படுகின்றது.

25°C வெப்ப நிலையில் இந்த மின்கலத்தின் மின் இயக்க ஆற்றலை E எனக் கொண்டால்,

$$E = \frac{0.0591}{1} \log 10 \frac{.01}{x}$$

இந்த சமன்பாட்டில் x என்பது சில்வர் குளோரைடு தெவிட்டிய கரைசலில், சில்வர் அயனிகளின் செறிவைக் குறிக்கும். தகுந்த சோதனை மின் மூலம் இந்த மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசையைக் கண்டறியலாம். சமன்பாட்டிலிருந்து xன் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

பொட்டாசியம் குளோரைடுக் கரைசலில் (.01N) உப்பு முற்றிலும் பிரிகை அடைந்து, அயனிகளாக உள்ளதாகக் கருதலாம். குளோரைடு அயனியின் செறிவு, பொட்டாசியம் குளோரைடிலிருந்து பெறப்படும் குளோரைடு அயனியின் செறிவுக்குச் சமமாக இருப்பதாகக் கருதலாம். எனவே, சில்வர் குளோரைடின் கரைதிறன் பெருக்கத்தை (Solublity Product) K_s எனக் கொண்டால்,

$$K_s = [Ag^+][Cl^-] = x \times .01$$

இந்தச் சமன்பாட்டிலிருந்து

$$\left.\begin{array}{c}\text{சில்வர் அயனியின்}\\ \text{செறிவு}\end{array}\right\} = \sqrt{K_s}$$

$$\left.\begin{array}{c}\text{குளோரைடு அயனியின்}\\ \text{செறிவு}\end{array}\right\} = \frac{\sqrt{}}{K_s}$$

ஆகிறது.

சில்வர் அயனி, குளோரைடு அயனி இவற்றின் கரை திறன்கள் தெரியுமாகையால், 100 கிராம் நீரில் கரைந்துள்ள சில்வர் குளோரைடின் அளவைக் (கரை திறன்) கணக்கிடலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு

25°C வெப்ப நிலையில் கீழ்க்கண்ட மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசை 0.317 வோல்ட் மின் கலத்தின் அமைப்புப் பின்வருமாறு உள்ளது.



Ag	AgCl தெவிட்டிய கரைசல் + ·01N KCl கரைசல்	அம்மோனியம் நைட்ரேட் தெவிட்டிய கரைசல்	·01N Ag O 3 கரைசல்	Ag

இவற்றிலிருந்து சில்வர் குளோரைடின் கரைதிறனைக் கணக்கிடுக.

சில்வர் குளோரைடு கரைசலில் சில்வரின் அடர்வு $\Big\} = x$

மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசை (E) $\Big\} = 0.317$ வோல்ட்

$$E = \frac{2{\cdot}303\,RT}{Fn} \log 10 \;\frac{{\cdot}01}{x}$$

$$0{\cdot}317 = \frac{0.0591}{1} \log 10 \frac{{\cdot}01}{x}$$

$$\log x = \log {\cdot}10 - \frac{0{\cdot}317}{0.0591}$$

$$= -7{\cdot}362$$

$$x = 10^{-7{\cdot}362}$$

சில்வர் அயனியின் செறிவு $= 10^{-7{\cdot}362}$

குளோரைடு அயனியின் செறிவு $- {\cdot}10$

$$= 10^{-2}$$

சில்வர் குளோரைடின் கரைதிறன் பெருக்கல் பலன் $\Big\} = K_s = [Ag^+]\ [Cl^-]$

$$= 10^{-7{\cdot}362} \times 10^{-2}$$

$$= 10^{-9{\cdot}362}$$

சில்வர் குளோரைடின் கரைதிறன் (சமான எடை அளவில்) $= \sqrt{10^{-9.362}}$

$= \sqrt{10^{-10} \times 10^{0.638}}$

$= 2.084 \times 10^{-5}$ கிராம் சமான எடை/லிட்டர்

சில்வர் குளோரைடின் (Ag Cl) சமான எடை $= 143.5$

∴ சில்வர் குளோரைடின் கரை திறன் $= \dfrac{2.084 \times 10^{-5} \times 143.5}{100 \times 10^{-1}}$

$= 2.99 \times 10^{-4}$ கிராம்/கிராம் நீரில்

தளவிளைவு (Polarisation)

ஒரு மின் கலத்தின் மின் முனைகள் வெளிச் சுற்றினால் இணைக்கப்படாமலிருக்கும்பொழுது, இரண்டு மின் முனைகளிலும் அயனிகளுக்கும், மின் முனைகளுக்குமிடையே ஒரு சமநிலையேற்பட்டு இருக்கின்றது. மின் முனையிலிருந்து அணுக்கள் அயனிகளாக வெளியேறுவதும், கரைசலினுள்ள அயனிகள் மின் முனைகளில் அணுக்களாகப் படிவதும் ஒரே வேகத்தில் நடைபெறுகின்றன.

ஆனால், மின்கலத்தின் மின்முனைகளை வெளிச் சுற்றில் இணைத்தவுடன் இந்தச் சமநிலை சீர் கெடுகின்றது. இதற்குத் தகவிளைவு (Polarisation) என்று பெயர். மின் முனைகள் தகவிளைவு பெற்றுள்ளதாகக் கூறுகிறோம். மின்முனைகளை மற்றொரு மின் கலத்துடன் இணைத்து மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி, மின் பகுப்பொருளை மின்பகுப்புச் செய்தாலும் இவ் வகையான தளவிளைவு ஏற்படுகின்றது.

தளவிளைவினால் உண்டாகும் மின் அழுத்தத்திற்குத் தளவிளைவு மின் இயக்க விசை (Polarisation potential) என்று பெயர். இது மின் கலத்தில் உண்டாகும் மின்னோட்டத்திற்கும், மின் பகுப்பில் பயன்படும் மின்னோட்டத்திற்கும் நேர் எதிர்த்திசையில் ஏற்படுகின்றது. இதனால் மின் முனைகளுக்கு இடையேயுள்ள அழுத்த வேறுபாடு குறைந்து கொண்டு வருகின்றது.

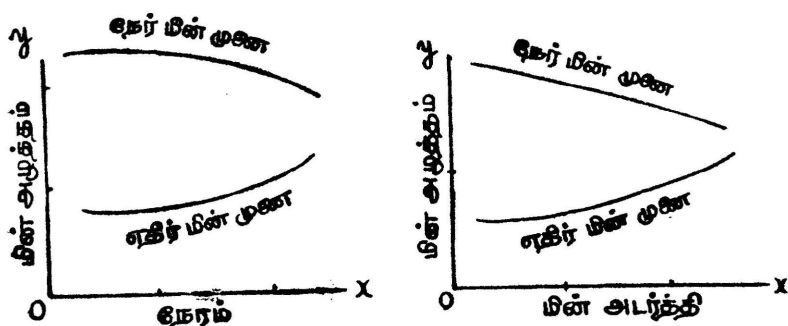
பல காரணங்களால் தள விளைவு ஏற்படுகின்றது. அவற்றுள் இரண்டு காரணங்கள் முக்கியமாகக் குறிப்பிடத்தக்கவை. மின் கலத்தில் கணிசமான அளவில் மின்னோட்டம் செல்லும்பொழுது அயனிகளின் ஊடுருவல் வேகங்கள் குறைவாக இருக்கும் காரணத்தால், மின் பகுப் பொருளின் கரைசலில் செறிவு மாற்றம் ஏற்படுகின்றது.

சில்வர் மின் முனைகளைப் பெற்றுள்ள மின் கலத்தில் சில்வர் நைட்ரேட் கரைசல் மின் பகுப்பு அடைவதாகக் கொள்வோம். நேர் மின் முனையின் அருகில் சில்வர் அணுக்கள் அயனிகளாக மாறுவதால் கரைசலில் சில்வர் அயனிகளின் செறிவு அதிகமாகின்றது. எதிர் மின் முனையில் சில்வர் அயனிகள் அணுக்களாகப் படுவதால் கரைசலில் சில்வர் அயனிகளின் செறிவு குறைகின்றது. இவ்வாறு மின் முனைகளின் அருகில் கரைசலின் செறிவுகளில் மாற்றம் ஏற்படுவதால், அடர்வுசார் மின்கலம் ஏற்படுகின்றன. இந்த அடர்வுசார் மின் கலத்தின் மின் இயக்கு விசை, ஆரம்ப நிலையிலிருந்த மின் இயக்க விசைக்கு நேர் எதிர்த் திசையில் அமைவதால், மின் பகுப்பு வினையில் பயன்படுத்தும் மின் இயக்கு விசை தொடர்ந்து குறைந்துகொண்டிருக்கும்.

இதுபோன்றே காப்பர் மின் முனைகளைப் பயன்படுத்தி காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலை மின் பகுப்புச் செய்யும்பொழுதும், அடர்வு சார் மின்கலம் உருவாகின்றது. இதன் மின் இயக்கு விசை, மின் பகுப்புக்குப் பயன்படுத்தும் மின்னோட்டத்தை எதிர்த்துச் செயல்படுகின்றது. இவ்வாறு மின் கலம் செயல்படும் பொழுது, கரைசலின் அடர்வு மாற்றத்தால் ஏற்படும் தள விளைவுக்கும், அடர்வு தள விளைவு (concentration polarisation) என்று பெயர். மின் அடர்த்தி அதிகமாகும்பொழுதும், மின் கலத்தினுள் மின் செலுத்தப்படும் நேரம் அதிகமாகும்பொழுதும், மின் முனைகளில் அடர்வு தள விளைவு அதிகமாகின்றது. மின் கரைசலிலுள்ள கரைசலை நன்கு விளக்குவதன்மூலம், அடர்வு தள விளைவை அறவே நீக்கலாம். உலர்ந்த மின் கலத்தில் (Dry cell) அடர்வு தள விளைவு அம்மோனியம் குளோரைடால் வெகுவாகக் குறைக்கப்படுகின்றது. துத்தநாக அயனிகள், அம்மோனியாவுடன் பிணையுற்று ஒரு அணைவு அயனி உண்டாகின்றது.



$$Zn^{++} + 4NH_3 \rightarrow [Zn(NH_3)_4]^{++}$$



படம் 36.

(நேர்மின் முனை, எதிர்மின் முனை இவற்றின் தள விளைவுகள், நேரம், மின் அடர்த்தியால் ஏற்படும் மாறுதல்கள்)·

மின் பகுப்பு வினையில் வினைபொருள்கள் மின் முனைகளின் அருகில் விடுபடுகின்றன. இதனால் உலோகம் மின் முனையில் படிகின்றது அல்லது வாயு வெளி வருகின்றது. இவ்வாறு படியும் உலோகம் அல்லது வெளிப்படும் வாயு, இவைகளின் தன்மைகளைப் பொறுத்து மின் முனைகள் மின் அழுத்தம் அடைகின்றன. இதனால் ஆரம்ப நிலையில் மின் முனைகளுக்கிடையே இந்த மின் அழுத்த வேறுபாடு குறைந்துகொண்டே வருகின்றது.

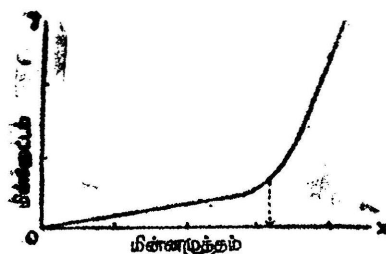
பிளாட்டின மின் முனைகளைக் காரீய குளோரைடுக் கரைசலில் பொருத்தி மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், எதிர் மின் முனையில் காரீயமும், நேர் மின் முனையில் குளோரினும் விடுபடும். காரீயமும் ஒரு மின் முனையாகவும், குளோரின் ஒரு மின் முனையாகவும் செயல்படத் தொடங்கும். இந்த மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசை, ஆரம்ப நிலையிலுள்ள மின் இயக்க விசைக்கு நேர் எதிர்மாறாக இருப்பதால் மின்னோட்டம் தடைபடும். இவ்வகையான தள விளைவு எல்லா மின் பகுப்பு வினைகள் நடைபெறும்பொழுதும் ஏற்படுகின்றது. தள விளைவின் மதிப்பு, மின் வினைகள், மின் பகுப்பொருள் இவற்றின் தன்மைகளைப் பொருத்திருக்கும். மேலும்· மின் அடர்த்தி அதிகமாகும்பொழுதும் மின் செலுத்தப்படும் நேரம் அதிகமாகும்பொழுதும்; மின் முனைகளில் தளவிளைவு அதிகமாகின்றது·

மின் பகுப்பு வினையில் ஹைட்ரஜன் வாயு அல்லது ஆக்சிஜன் வாயு வெளியேறுவதால் உண்டாகும் தள விளைவுகளை, வாயுக்கள்

வெளிவரும் மின் முனைகளில் முறையே ஆக்சிஜனேற்றியையும். ஆக்சிஜன் ஒடுக்கியையும் பயன்படுத்தி நீக்கலாம் இதற்குப் பயன்படும் பொருள்கள் தள விளைவு நீக்கிகள் (depolariser) என அழைக்கப்படுகின்றன. லெக்லாஞ்ச் மின் கலத்தில் நேர்மின் முனையான கார்பனைச் சுற்றி வைக்கப்பட்டுள்ள மாங்கனீஸ் டை ஆக்சைடு, அந்த மின் முனையில் வெளியாகும் ஹைட்ரஜனுடன் வினையுற்று தளவிளைவு நீக்கியாகப் பயன்படுகிறது. வாயுக்கள் மட்டும் வெளியேறித் தள விளைவு ஏற்பட்டால், மின் முனைகளை ஒரு தூரிகையினால் (brush) அடிக்கடி துடைத்தும் தள விளைவைக் குறைக்கலாம்.

மின் பகுப்பொருளின் பிரிகையின் அழுத்தம் (Decomposition Potential of an Electrolyte)

இரண்டு பிளாட்டின மின் முனைகளை நீர்த்த அமிலக் கரைசலில் வைத்து, மிகச் சிறிய அளவு (0·5 வோல்ட்) மின் அழுத்தத்தைச் செலுத்தினால் மின்னோட்டம் கரைசலின் வழியாக ஆரம்ப நிலையில் செல்கின்றது. பின் தக விளைவுகள் ஏற்படும் காரணத்தால் மின்னோட்டம் குறைந்து, சிறிது நேரத்தில் மின்னோட்டத்திறன் மிகச் சிறிய அளவுக்கு வந்து விடுகின்றது. பிளாட்டின மின் முனைகளில் மின் அழுத்ததைத் அதிகரித்துக் கொண்டே போனால், மின்னோட்டமும் அதிகரிக்கின்றது. மின் அழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பை அடைந்தவுடன் மின் னோட்டம் தடையின்றிச் செல்வதுடன் ஹைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் எளிதில் மின் முனைகளில் விடுபடுகின்றன, இந் நிலையில் மின் முனைகளில் செலுத்தப்படும் மின் இயக்க விசைக்கு மின் பகுப்பொருளின் பிரிகை மின் அழுத்தம் என்று பெயர். மின் அழுத்தத்தை x-அச்சிலும், மின் கலத்தில் செல்லும் மின்னோட்டத் திறனை y-அச்சிலும் எடுத்துக் கொண்டு வரையப்படும் வரைபடத்திலிருந்து, எளிதில் மின் பகுப் பொருளின் தரிகை மின் அழுத்தத்தைக் கண்டறியலாம்.



படம் 37.

பிரிகையின் அழுத்தத்தின் மதிப்பு மின்பகுப்புக் கலத்தில் உள்ள இரு மின்முனைகளின் மின்அழுத்தங்களின் கூட்டுத் தொகையாக இருக்கவேண்டும். எனவே, பிரிகை மின் அழுத்தம்,

மின்முனைகளின் தன்மைகள், கரைசலின் செறிவு, மின்பகுப் பொருளின் தன்மை இவற்றைப் பொருத்திருக்கும். கருமை நிறமுள்ள பிளாட்டினப் பஞ்சு பூசப்பட்ட பிளாட்டின மின் முனைகளை எடுத்துக் கொண்டு, பலஅமில கார நீர்த்த கரைசல் களின் பிரிகை மின் அழுத்தங்களைக் காணுகையில் பிரிகை மின் அழுத்தம் 1.23 வோல்ட் ஆக இருக்கின்றது.

இவ்வகை மின்பகுப்பு வினைகளில், ஹைட்ரஜன் எதிர்மின் முனையிலும், ஆக்சிஜன் நேர்மின் முனையிலும் வெளிவருகின்றன. நியம ஹைட்ரஜன் மின்அழுத்தம், நியம ஆக்சிஜன் மின் அழுத்தம் இவற்றின் கூட்டுத்தொகை 1·23 வோல்ட் ஆக உள்ளது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். துத்தநாக குளோரைடு மின் பகுப்பொருளாக எடுத்துக்கொள்ளும்பொழுது பிரிகைமின் அழுத்தம் 2.12 வோல்ட் ஆக உள்ளது. இது துத்தநாகத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற மின்அழுத்தம் (+.7618) குளோரினின் ஆக்சிஜன் ஒடுக்க மின் அழுத்தம் (+1.3:8) இவற்றின் கூட்டுத் தொகையாக உள்ளது.

பெரும்பாலான உலோக நியம மின்அழுத்தங்களும், மின் முனைகளின் பிரிகை மின்அழுத்தங்களும் சமமாக உள்ளன. மின் பகுக்கலத்திலுள்ள மின்முனைகளை உட்படுத்தவேண்டிய மின் அழுத்தங்களைக் காண்பதற்குப் பதிலாக, நியம மின் அழுத்தங்களி லிருந்தும் பிரிகை மின் அழுத்தங்களைக் கணக்கிடலாம். உலோகத்தின் நியம மின் அழுத்தத்திற்குமேல் சிறிதளவு அதிக மின் அழுத்தத்திற்கு மின்முனை உட்படுத்தப்படுமாயின் உலோகம் மின் முனையில் படியுமென்றுகிறது.

பிரிகை மின் அழுத்தத்தைப் பயன்படுத்தி, உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்கலாம். பல உலோக உப்புகள் கரைந்துள்ள கரை சலில் வைக்கப்பட்டுள்ள மின்முனையை ஒரு குறிப்பிட்ட மின் அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தி, மின் பகு வினைபொருளாகப் பெற வேண்டிய உலோகத்தைப் பெறலாம். ஆக்சிஜனேற்ற மின் அழுத்தங்களிலிருந்து, எந்த வரிசையில் உலோகங்கள் அவற்றின் கரைசல்களிலிருந்து படியக்கூடும் என்பதையும் அறியலாம். ஆக்சிஜன் ஒடுக்க மின்அழுத்தம் அதிகமாக இருப்பின் உலோகம் எளிதில் படியும்.

எனவே, தங்கம், வெள்ளியைவிடக் குறைந்த மின்அழுத்தத் தில் மின்முனைகளில் படியும் வெள்ளி, காப்பரைவிடக் குறைந்த மின் அழுத்தத்தில் மின்முனையில் படியும். ஒரு கரைசலிலிருந்து ஒரு

உலோகத்தை படியவைக்கத் தேவைப்படும் மின்அழுத்தம் மேலும் கரைசலின் செறிவையும், கரைசலிலுள்ள நேர்டுன் அயனியின் தன்மையையும் பொருத்துள்ளது.

மிகை மின்அழுத்தம் (Over Voltage)

பொதுவாக உலோகங்களின் நியம மின்அழுத்தங்களுக்கு மேல் மின்முனையின் மின் அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டால் உலோகம் படியுமென்று கண்டோம். பொதுவாக, இவ்விதி கரைசலிலிருந்து வாயுக்கள் மின்பகுப்பொருள்களாக வெளிவரும்பொழுது பொருந்துவதில்லை.

மின்பகுப்பு வினையில் ஹைட்ரஜன் வாயு ஒரு வினை பொருளாக இருந்தால் அது எதிர்மின் முனையில் வெளியேறுகின்றது. ஆக்சிஜன் வாயு ஒரு வினை பொருளாக இருப்பின் அது நேர்மின் முனையில் வெளியேறுகின்றது. இரு மின் முனைகளும் தளவிளைவடைகின்றன. தளவிளைவின் காரணமாக ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் நியம மின்முனைகளின் கூட்டுத் தொகையைவிட, சிறிதளவு அதிகமாகப் பிரிகை மின்அழுத்தம் அமைகின்றது. கணக்கிடப்பட்ட பிரிகை, மின் அழுத்த மதிப்பிற்கும், செய்முறையில் கண்ட பிரிகை மின்அழுத்தத்திற்குமுள்ள வித்தியாசம் மிகை மின் அழுத்தம் என அழைக்கப்படுகின்றது.

எடுத்துக்காட்டாக, வழவழப்பான பிளாட்டின மின்முனைகளைக் கொண்ட மின் பகுப்புக் கலத்தில், நீர்த்த அமிலக் கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு மின் பகுப்பு வினையை நிகழ்த்தினுல் 1·7 வோல்ட் மின் அழுத்தத்தில்தான், ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் எளிதாக அதிக அளவில் வெளிவருகின்றன. ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் இவற்றின் நியம மின்அழுத்தங்களின் கூட்டுத் தொகை 1·226 வோல்ட் ஆகும். அறிமுறைப்படி (Theoretically) 1·226 வோல்ட் மின் அழுத்தத்தைவிட மிகச் சிறிய அளவு மின் அழுத்தம் அதிகமாக இருப்பினும் (·001 வோல்ட்) ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் எளிதில் மின்பகுப் பொருள்களாகக் கிடைக்க வேண்டும். ஆனுல் செய்முறையில் (1·7—1·226) 8·474 வோல்ட் அதிக மின்அழுத்தம் தேவைப்படுகின்றது. இதனையே இவ்வினையின் மிகை மின்அழுத்தம் என்கிறோம். இதே வினையைக் கருமை நிறமுள்ள, பஞ்சுபோன்ற பிளாட்டினம் பூசப்பட்ட பிளாட்டின மின்முனைகளை எடுத்துக்கொண்டு நிகழ்த்தினுல், 1·3 வோல்ட் மின் அழுத்தம் மின்பகுப்பு எளிதில் நடக்கத் தேவைப்படுகின்றது. இந்த நிலையில் இவ்வினையின் மிக மின் அழுத்தம் (1·3—1·226) 0.074 வோல்ட் ஆக உள்ளது.

ஹைட்ரஜன் வாயு வெளியாகும் எதிர்மின் முனையின் அழுத்தத்தையும், ஆக்சிஜன் வாயு வெளியாகும் நேர்மின் முனை அழுத்தத்தையும் தனித்தனியே அளந்து, அறிமுறையில் கணக்கிடப்பட்ட மின்அழுத்தங்களைக் கழித்தால் எதிர்மின் முனை மிகை மின் அழுத்தத்தையும் (Cathodic over voltage) நேர்மின் முனை மிகை மின் அழுத்தத்தையும் (Anodic over voltage) கணக்கிடலாம்.

{மிகைமின் அழுத்தம்} = {எதிர்மின் முனையில் மிகைமின் அழுத்தம்} + {நேர்மின் முனையில் மிகைமின் அழுத்தம்} {செயல் முறையில் கண்ட பிரிகை மின் அழுத்வம்} — {அறிமுறையில் கணக்கிடப்பட்ட பிரிகை மின்அழுத்தம்} = {மிகைமின் அழுத்தம்}

பளப்பளப்பான, பிளாட்டின மின்முனைகளைப் பயன்படுத்தி ஒரு நார்மல் செறிவுள்ள சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தை மின்பகுப்பு செய்யும்பொழுது, எதிர்மின் முனையில் ஹைட்ரஜனின் மிகை மின் அழுத்தம் 0·03 வோல்ட் ஆகவும், நேர்மின் முனையில் ஆக்சிஜனின் மிகைமின் அழுத்தம் 0 44 வோல்ட் ஆகவும் உள்ளன. அறிமுறையின்படி கணக்கிடப்படும் மின் அழுத்தங்களின் கூட்டுத் தொகை 1·226 வோல்ட் ஆக உள்ளது.

மின்முனையின் தன்மை	மிகைமின் அழுத்தம் (வோல்ட்)
பிளாட்டினம் பூசப்பட்ட பிளாட்டினம்	0·005
பளபளப்பான பிளாட்டினம்	0·09
தங்கம்	0 02
வெள்ளி	0·15
காப்பர்	0·23
காரீயம்	0·64
துத்தநாகம்	0·70
பாதரசம்	0·78

25°C வெப்ப நிலையில் ஒரு நார்மல் செறிவுள்ள அமிலக் கரைசலை மின்பகுப்பு வினைக்கு உட்படுத்தும்பொழுது, உபயோகப்படுத்தப்படும் உலோக மின்முனைக்குத் தக்கவாறு ஹைட்ரஜன் மிகைமின் அழுத்தம் மாறுகின்றது. இதைக் மேலே கொடுத்துள்ள பட்டியல் காட்டுகிறது.

மிகைமின் அழுத்தம் அடர்வு அதிகமாகும்பொழுது வெகு வேகமாக உயருகின்றது. இந்த உண்மையைக் கீழே காணும் பட்டியலில் காணலாம்.

மின்முனையின் தன்மை	மிகைமின் அழுத்தம் (வோல்ட்)	
	1 மி ஆ/செ.மீ.^{2}	10 மி ஆ/செ.மீ.^{2}
பிளாட்டினம் பூசப்பட்ட பிளாட்டினம்	0·005	0·006
பளபளப்பான பிளாட்டினம்	0·09	0·101
தங்கம்	0 02	0·03
வெள்ளி	0·15	0·28
காப்பர்	0·23	0·36
காரீயம்	0·64	0·89
துத்தநாகம்	0·70	0·92
பாதரசம்	0.78	0·99

வழவபப்பான உலோகப் பரப்பைக்கொண்ட மின்முனை சொரசொரப்பான உலோகப் பரப்பைக் கொண்ட மின்முனையை விட அதிக மிகைமின் அழுத்தம் உள்ளதாயிருக்கும். இதனை வழவழப்பான பிளாட்டின மின்முனைகளை பயன்படுத்தும்பொழுது காணப்படும் மிகைமின் அழுத்தத்தை (·474 வோல்ட்), பஞ்சு போன்ற அமைப்பு பிளாட்டினத் துகள்கள் பரந்த பிளாட்டின மின்முனைகளைப் பயன்படுத்தும்பொழுது காணப்படும் மிகை மின்முனை அழுத்தத்திற்கு (.074 வோல்ட்) ஒப்பிட்டு அறியலாம்.

சொரசொரப்பான பரப்பில் வாயுக்கள் எளிதில் சிறு குமிழிகளாக வெளிவிடப்படுவதே இதற்குக் காரணமாகும்.

மிகைமின் அழுத்தம், வெப்பம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க வெகுவாகக் குறைகின்றது.

கரைசலில், அரிமானம் தடுக்கும் பொருள்களை (corrosion inhibitors) கலப்பதனாலும், மென்மடலமாக உலோக ஆக்சைடுகள், உலோக மின்முனைகளின் மேல் படிவதாலும்; மிகைமின் அழுத்தம் மிக அதிக அளவில் உயருகின்றது.

மித்தைல் ஆல்கஹால், ஈத்தைல் ஆல்கஹால் போன்ற கரிம நீர்மப் பொருள்களைச் கரைசலில் கலப்பதன்மூலம், மிகைமின் அழுத்தம் குறைகின்றது. அதே சமயத்தில் கூழ்நிலைப் பொருள்கள் கரைசலில் இருந்தால் மிகைமின் அழுத்தம் அதிகமாக உயருகின்றது. கரிம நீர்மப் பொருள்களும், கூழ்நிலைப் பொருள்களும் கரைசலின் புறப்பரப்பு இழு விசையை (Surface tenison) வெகுவாகக் குறைகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். எனவே, மிகைமின் அழுத்தத்திற்கும், கரைசலின் புறப்பரப்பு இழு விசைக்கும் தொடர்பில்லை என்பது தெளிவாகின்றது.

மிகைமின் அழுத்தம் கரைசலின் ஹைட்ரஜன் அயனியின் செறிவை(யும்) பொறுத்திருப்பதில்லை. மிகைமின் அழுத்தம் தோன்றுவதன் காரணத்தை விளக்க எல்லோராலும் ஒத்துக் கொள்ளக்கூடிய கொள்கை ஒன்றும் தற்காலத்தில் இல்லை. அணுக்கள் கூடி, வாயு மூலக்கூறுகளாக வெளியேறும் வினை தாமதமாக நடப்பது இதற்கு ஒரு காரணமாக இருக்கலாம். ஏனெனில், இவ்வினைக்கு உலோக மின் முனை வினை வேக மாற்றியாகப்பயன்படுவதில்லை.

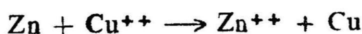
ஹைட்ரஜன் மிகைமின் அழுத்தத்தைப்பற்றிய அறிவு, மின்முலாம் பூச்சுக்களில் முக்கியமாக தேவைப்படுகின்றது. துத்தநாக உலோக மின்பூச்சை எடுத்துக்காட்டாகக்கொண்டு இதனை விளக்கலாம். பிளாட்டின மின்முனைகளைக் கொண்டு நார்மல் துத்தநாக சல்ஃபேட்டும், நார்மல் சல்ஃப்யூரிக் அமிலமும் கலந்த கரைசலை மின்பகுப்பு வினைக்கு உட்படுத்தினால் ஹைட்ரஜன் வெளிவருகின்றது. துத்தநாகத்தின் நியம மின் அழுத்தம் — 0.76 வோல்ட் ஆக உள்ளதாலும், ஹைட்ரஜனின் நியம மின் அழுத்தம் சூன்யமாகவும் உள்ளதாலும் இந் நிகழ்ச்சி இவ்வாறுதான் நடைபெறும். ஆனால் பாதரசத்தை எதிர்மின் முனையாகப் பயன்படுத்

தினால் ஹைட்ரஜன் மிகைமின் அழுத்தம் 1·04 வோல்ட் ஆக உள்ளது. எனவே, 0·28 வோல்ட் மின் அழுத்தத்தைக் கொண்டே எளிதில் துத்தநாகத்தை மின்முனையில் படியும்படிச் செய்யலாம். இந்த தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தித்தான் பல உலோக மின் முலாம்கள் பூசப்படுகின்றன.

மீள் தன்மையுள்ளதும், மீள்தன்மையில்லாததுமான மின்வேகங்கள் (Reversible and Irreversible Cells)

மீள் தன்மையுடைய மின் கலத்திற்கு, டேனியல் மின்கலம் ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். டேனியல் மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசை 1 09 வோல்ட்.

இந்த மின்கலம் செயல்படும்பொழுது நிகழும் வினையைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.



$$Zn + Cu^{++} \longrightarrow Zn^{++} + Cu$$

இந்த மின்கலத்திலுள்ள நேர்மின் முனையுடன் வெளிச் சுற்றில் அமைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு மின்கலத்தின் நேர்மின் முனையையும், எதிர்மின் முனையுடன் வெளிச்சுற்றிலுள்ள மின் கலத்தின் எதிர்மின் முனையும் இணைப்பதாகக் கொள்வோம். வெளிச் சுற்றிலுள்ள மின்கலத்தின் மின்இயக்க விசை 1·09 வோல்ட் ஆக இருந்தால், டேனியல் மின்கலத்தின் நிகழும் ஆக்சிஜனேற்ற-ஆக்சிஜன் ஒடுக்க வினை நின்றுவிடுகின்றது.

வெளிச் சுற்றிலுள்ள மின்கலத்தின் மின்இயக்க விசை 1·09 வோல்டை விட மிகச் சிறிய அளவு அதிகமானாலும், டேனியல் மின்கலத்தில் நிகழ்ந்த வினை நேர் மாருக நடைபெறுகின்றது. இவ் வினையைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.



$$Cu + Zn^{++} \longrightarrow Zn + Cu^{++}$$

இப்பொழுது காப்பர் தண்டிலிருந்து காப்பர் அயனிகள் வெளிப்பட்டு, கரைசலுக்குள் புக அதே நேரத்தில் துத்தநாகத் தண்டின்மீது படிகின்றது.

இவ்வாறு வினைகள் மாறுபட்ட திசைகளில் இயங்கக்கூடிய மின்கலங்களுக்கு மின்தன்மையுள்ள மின்கலங்கள் எனப்பெயர். ஒரு மின்கலம் மீள் தன்மை அடையக்கூடிய மின்கலங்களாக கருதப்படுவதற்கான இரு தகுதிகள் பின்வருமாறு:—

(1) தள்ளு விசையும் (driving force) எதிர்க்கும் விசையும் (opposing force) ஒன்றுக்கொன்று மிகச் சிறிய அளவுதான் (infinitely small) வேறுபட்டிருக்கவேண்டும்.

(2) செயல்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் மாற்றத்தின்மேல், இயங்கும் விசையின் அளவை ஓர் இம்மியளவு உயர்த்தினாலும், மாற்றம் நிகழும் திசைக்கு நேர் எதிர்த் திசையில் வினை நிகழ வேண்டும்.

மின் ஆற்றலுக்கும் வேதி ஆற்றலுக்குமுள்ள தொடர்பைக் காண்பதற்கும், ஆற்றலியல் முறையைப் (Thermo dynamics) பயன்படுத்தலாம்.

மீள் தன்மையற்ற மின்கலத்தில், மின்னோட்டத்தை நேர் எதிர்த் திசையில் செலுத்துவதன்மூலம் மின்கலத்தில் நிகழும் வினையை எதிர்மாறாக மாற்றமுடியாது. இக் கருத்தையே, மின்னோட்ட எதிர்த் திசையில் செலுத்தும்பொழுது மின்கலத்தை ஆரம்ப நிலைக்குக் கொண்டுவர முடியாதென்றும் கூறலாம்.

ஒரு துத்தநாகத் தண்டும், காப்பர் தண்டும், நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் அமிழ்த்தப்பட்டிருக்கும் மின் கலத்திலிருந்து மின் ஆற்றல் வெளிப்படுகின்றது.



இந்த மின்கலத்தில் துத்தநாகம் நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் கரைகின்றது. ஹைட்ரஜன் வாயு, காப்பர் உலோகத் தண்டின் புறப்பரப்பிலிருந்து வெளி வருகின்றது. இந்த மின் கலத்தில் நிகழும் வினையைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.



$$Zn + 2H^{+} \longrightarrow Zn^{++} + H_2 \uparrow$$

இந்த மின்கலத்தின் மின் இயக்க விசையைவிடச் சற்று அதிகமான மின் இயக்க விசையை இந்த மின்கலத்தில் நேர் எதிர்த் திசையில் செலுத்தினால், காப்பர் கரைசலில் கரைந்து, ஹைட்ரஜன் துத்தநாக மின்முனையில் வெளியேறுகின்றது.



$$Cu + 2H^{+} \longrightarrow Cu^{++} + H_2 \uparrow$$

வகை மின் அடுக்குகள் அவைகளில் அமிலம், இல்லாதக் காரணத்தாலும், அவற்றை நீண்ட நாட்கள் மீண்டும் மீண்டும், மின்னேற்றமடையச் செய்யலாம் என்பதாலும். அவைகளிலிருந்து மின்சக்தியை எளிதல் பெறமுடியும் என்பதாலும், அதிக அளவில் உபயோகத்திலுள்ளன.

இதே தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி, எடிசன் மின்கலமும் (Edison cell), எரிபொருள் மின் கலமும் (fuel cells) செயல்படுகின்றன.

4. அரிமானம்
(CORROSION)

அறிமுகம்—அரிமானத்தைப் பற்றிய கொள்கைகள்—உலோகத்தின் ஆக்சீகரண மின் அழுத்தம்—எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படக்கூடிய பொருள்கள் இருத்தல்—மிகை மின் அழுத்தத்தின் விளைவு—எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படக்கூடிய பொருள்கள் இருத்தல்—உலோகத்தின் தூய்மைத் தன்மை—உலோகத்தின் பௌதிக நிலை—நேர்மின் முனை, எதிர் மின் முனை இவற்றின் பரப்புகளின் விகிதம்—அரிமானப் பொருளின் கரையும் தன்மை—ஊடகம், சூழ் நிலைஇவற்றின் தன்மைகள்—அரிமானத்தைத் தடுக்கும் பொருள்கள்—அரிமானத்தைக் கட்டுப்படுத்துதல்.

அரிமானம் (Corrosion)

தங்கம், பிளாட்டினம் போன்ற சில குறிப்பிட்ட உலோகங்கள் நீங்கலாக மற்றெல்லா உலோகங்களும், அவற்றின் சுற்றுப்புறங்களிலுள்ள வாயுக்கள் அல்லது நீர்மப் பொருள்களுடன் வேதி வினையுறுகின்றன. இவ் வேதிவினைகளில் உண்டாகும் வினைபொருள்கள், உலோகங்களின் தன்மைகளைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இவ் வினைபொருள்கள் உலோகங்களின் புறப்பரப்பிலிருந்து எளிதில் வெளியேறுவதால், உலோகங்கள் அவற்றின் பருமனளவில் தொடர்ந்து குறைந்துகொண்டு வருகின்றன. இவ்வாறு உலோகப் பொருள்கள் கெட்டழிவதற்கு அரிமானம் (Corrosion) என்று பெயர். அலோகப் பொருள்களும், மரம் போன்ற பொருள்களும் முறையே வேதி வினையாலும் அல்லது உயிர் வேதி வினைகளாலும் கெட்டழிவதுண்டு. ஆனால், இவ் வகை அழிவுகளை அரிமானம் என்று கூறுவதில்லை.

உலோகப் பொருள்கள் சுற்றுப்புறப் பொருள்களுடன் பௌதிக வினைகளில் பங்குபெற்று அழியக்கூடும். அப்பொழுது அவைகள் "தேய்தல்" (errosion) அடைவதாகக் கூறுகிறோம். எனவே, ஒரு உலோகம் சுற்றுப்புறப் பொருள்களுடன் வேதி வினையுற்றுக் கெட்டழியும் வினைக்கு அரிமானம் என்ற வரையறுக்கலாம்.

இரும்பு, செம்பு போன்ற உலோகங்கள் பெருமளவில் பாலங்கள் அமைத்தல், கப்பல் கட்டுதல், கொதி கலங்கள் அமைத்தல், பெரும் இயந்திரங்களை அமைத்தல் போன்ற பல நிர்மாணப் பணிகளில் வெகுகாலந் தொட்டே பயன்படுத்தப் படுகின்றன. நிர்மாணித்தபிறகும் இவைகளை நன்கு பராமரிக்கா விட்டால், காலப் போக்கில் இவை அரிமானத்தால் கெட்டழி கின்றன. உலகில் அரிமானத்தால் மட்டும் அழியும் உலோ கங்கள் பல கோடி டன்களாகும். ஒரு கணக்கெடுப்பின் படி நம் நாட்டில்மட்டும் ஆண்டு ஒன்றுக்கு சுமார் 200 கோடி ரூபாய் பெறுமானமுள்ள உலோகங்கள் அரிமானத்தால் அழி கின்றன. மற்றொரு கணக்கெடுப்பின்படி ஆண்டு ஒன்றுக்கு நம் நாட்டில் 20 கோடி ரூபாய்களும், இங்கிலாந்தில் 25 கோடி ரூபாய் களும், ஆஸ்திரேலியாவில் 200 கோடி ரூபாய்களும், அமெரிக்காவில் 4000 கோடி ரூபாய்களும், அரிமானத்தைத் தவிர்ப்பதற்காகச் செலவு செய்யப்படுகின்றன.

பல நூற்றாண்டுகளாக அரிமானம் துரிதமாக நடக்கக்கூடிய சூழ்நிலைகளைப் பற்றி விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்து, அதில் ஓரளவு வெற்றியும் கண்டனர். ஆனால் அரிமானத்திற்கான காரணங் களும், அரிமானத்தைப்பற்றிய கொள்கைகளும் சில ஆண்டு களுக்கு முன்பாகத் தான் நன்றாகத் தெரியவந்தன. தற்காலத்தில் அரிமானத்தைப் பற்றியும், அவற்றைத் தடுக்கும் முறைகளைப் பற்றியும் கூறும் ஒரு தனி அறிவியலே உள்ளது. அரிமானத்தைப் பற்றிப் பல அரிய நூல்கள் வெளி வந்துள்ளன.

அரிமானத்தைப் பற்றிய நூல்கள் (Theories of Corrosion)

அரிமானத்தை விவரிக்கும் கொள்கைகளில் வேதிக் கொள்கையும் (chemical theory), மின்வேதிக் கொள்கையும் (electrochemical theory) மிக முக்கியமானவைகளாகும்.

வேதிக்கொள்கை

இயற்கையில் பல உலோகங்கள் ஆக்ஸைடுகளாகவோ, சல்ஃபைடுகளாகவோ, அல்லது அதுபோன்ற வேறு சேர்மங்

களாகளாகவோதான் கிடைக்கின்றன. இயற்கையில் கிடைக்கும் இவ் வகைப் பொருள்களுக்கு உலோகத் தாதுக்கள் (ores) அல்லது உலோகக் கனிமங்கள் (minerals) எனப் பெயர். தாதுக்களின் அல்லது கனிமங்களின் ஆற்றல் உலோகங்களின் ஆற்றல்களை விடக் குறைவாக இருப்பதே தாதுக்களும் கனிமங்களும் நிலையாக இருப்பதற்கு காரணமாகும்.

உலோகத் தாதுக்களிலிருந்து உலோகயியல் முறைகளைப் (Metallurgical processes) பின்பற்றி உலோகங்கள் பிரித்தெடுக்கப் படுகின்றன. இந்த உலோகங்கள் தகுந்த வாய்ப்புகள் ஏற்படும் பொழுது, மீண்டும் நிலையான சேர்மங்களாக மாறுகின்றன. உலோகச் சேர்மங்கள் பொடியாகக்கூடிய தன்மையும், பெரும் பாலும் நீர்மத்தில் கரையும் தன்மையும் பெற்றுள்ளதால் உலோகத்தின் புறப்பரப்பிலிருந்து எளிதில் விடுபடுகின்றது. எனவே, உலோகம் தன்னுடைய பருமனளவில் குறைந்து அரிமானம் அடைகின்றது. எனவே, வேதிக்கொள்கையின் படி உலோகச் சேர்மம் உலோகத்தைவிடக் குறைவான ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளதாலும், அதிக நிலையைப் பெற்றுள்ளதாலும் தான் உலோகம் அரிமானம் அடைகின்றது.

அரிமானம் அமிலத்தின்முன்னிலையில் வேகமாக நிகழ்வது, பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் ஆரம்பத்திலேயே உணரப்பட்டது. இரும்பு அரிமானம் அடைவதற்கு கார்பன் டை ஆக்சைடும் நீரும் அவசியமென்பது சோதனைகள்மூலம் நிரூபிக்கப்பட்டது. இரும்பின் அரிமான விளைபொருளான துருவில், முக்கியமாக, இரும்பு ஆக்சைடு இருப்பினும், ஃபெர்ரஸ் கார்பனேட்டும், ஃபெர்ரிக் கார்பனேட்டும் சிறிதளவு காணப்படுகின்றன. கார்பன் டை ஆக்ஸைடு நீரில் கரைய கார்பனிக் அமிலம் உண்டாவதனுல் இரும்பு எளிதில் அரிமானம் அடைகின்றதென்ற விளக்கம், அரிமான அமிலக் கொள்கையை வலியுறுத்தியது.

வேதிக் கொள்கையின்படி அரிமானம் நடை பெற, உலோகம் சுற்றுப்புறப் பொருள்களுடன் வினையுறவேண்டும். வேதி வினையின் வேகம் வெப்ப நிலையைப் பொருத்துள்ளது. சுமார் 20°C வெப்பநிலை உயருவதால் பலவேதி வினைகளின் வேகம் இரட்டிப்பு மடங்கு ஆவதாகக் கொள்ளலாம். சாதாரண வெப்ப நிலையில் அரிமானம் அடையாத பொருள்களும், அதிக வெப்ப நிலையில் எளிதில் அரிமானம் அடைகின்றன.

வேதி வினையின் வேகம், வினைபொருள்களின் தன்மைகளைப் பொருத்திருக்கும். குளோரின் போன்ற வாயுப் பொருள்கள்,

உலோகங்களுடன் வினையுற்று, வினைபொருள்களைக் கொடுப்பதால், வீரியமுள்ள பொருள்கள் உள்ள சூழ்நிலையில் உலோகங்கள் எளிதில் அரிமானம் அடைகின்றன.

உலோகம் தொடர்ந்து அரிமானம் அடைவது, அரிமானத்தினால் உண்டாகும் வினைபொருள்களின் தன்மைகளைப் பொருத்துள்ளது. அரிமான வினை பொருள் எளிதில் ஆவியாகக் கூடியதாக இருப்பின், அரிமானம் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றது. ஈயம் குளோரினுடன் வினையுற்று, ஸ்டானிக் குளோரைடு உண்டாகின்றது. இச்சேர்மம் எளிதில் 120°C வெப்ப நிலையில் ஆவியாகக்கூடியது. எனவே, ஈயம் அல்லது ஈயம் பூசப்பட்ட உலோகங்கள் 120°C வெப்ப நிலைக்குமேல் குளோரின் வாயுக்களால் சூழப்படின், அரிமானம் அதிக அளவில் நடைபெறுகின்றது. குளோரின் வாயுவினால் சூழப்பட்டுள்ள இரும்பின் புறப்பரப்பில், ஃபெர்ரிக் குளோரைடு ஒரு படலாக உண்டாகிறது. ஆனால் இப்படலம், எளிதில் பெயர்ந்துவிழுவதோ, ஆவியாக மாறுவதோ கிடையாது. ஃபெர்ரிக் குளோரைடு இரும்பின் புறப்பரப்பை நன்கு போர்த்தியுள்ளதால், மேலும் குளோரின் வாயு இரும்புடன் வினையுற்று தொடர்ந்து அரிமானம் அடைவதில்லை.

அநேகமாக எல்லா உலோகங்களும், வாயுமண்டலத்திலுள்ள ஆக்சிஜனால் வினையுற்று, மிக மெல்லிய ஆக்சைடு படலத்தால் மூடப்படுகின்றன. இதன் தடிப்பு, உலோகத்தின் தன்மையைப் பொருத்தும், வெப்ப நிலைக்கு ஏற்றவாறும் உள்ளது. சில சமயங்களில் பலவகை ஆக்சைடு படலங்களும் ஏற்படுகின்றன. உலோகம் தொடர்ந்து அரிமானமடைவது, ஆக்சைடு படலங்களின் தன்மைகளைப் பொறுத்துள்ளது.

ஆக்சைடு படலத்தின் புறப்பரப்பு, உலோக அணுக்களின் புறப்பரப்பைவிடக் குறைவாக இருப்பின், படலம் நுண்துளைகள் உள்ளதாயிருக்கும். நுண் துளைகள் வழியாக ஆக்சிஜன் உலோகப் புறப்பரப்பை அடைந்து அரிமானம் தொடர்ந்து நடைபெறும். இவ்வகைப் படலங்கள் அரிமானத்தைக் குறைக்கவோ, தடுத்து நிறுத்தவோ முடிவதில்லை. முக்கியமாக மக்னீசியம் உலோகத்தின் மேல் உண்டாகும் ஆக்சிஜன் படலமும், கார உலோகங்கள் (Alkali metals), கார மண் உலோகங்கள் (Alkaline earth-metals) இவற்றின் ஆக்சைடு படலங்களும் இவ் வகைக்குச் சிறந்த எடுத்துக் காட்டுகளாகும்.

ஆக்சைடு படலத்தின் புறப்பரப்பளவும், உலோகத்தின் புறப்பரப்பளவும் சமமாக இருப்பின், உலோகம் நன்கு தொடர்ச்சியாக ஆக்சைடு படலத்தில் மூடப்பட்டிருக்கும். இவ் வித அமைப்பில், ஆக்சிஜன் படலத்தினுள் ஊடுருவிச் சென்று உலோகத்துடன் வினையுற முடியாதாகையால் அரிமானம் தொடர்ந்து நடைபெறுவதில்லை. குரோமிய உலோகத் தகட்டின் மேல், உருவாகும் தொடர்ச்சியான ஆக்சைடு படலத்தை இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகக் கருதலாம். அலுமினிய உலோகத் திற்கும், அதன் ஆக்சைடுக்கும் உள்ள பருமனளவு விகிதம் 1 : 24 ஆக உள்ளது. அலுமினியத்தின் மேல் சில மூலக் கூறுகள் தடிப்புள்ள படலம் ஏற்படுத்துவதாலும், அது நெருக்கமாகத் தொடர்ச்சியாக அமைக்கப்பட்ட ஒரு கடினப் படலமாக இருப்பதாலும் அரிமானம் தொடர்ந்து நிகழ்வது தடுக்கப் படுகின்றது

ஆக்சைடின் புறப்பரப்பு, உலோகத்தின் புறப்பரப்பைவிட மிக அதிகமாக இருப்பின், படலங்கள் எளிதில் உலோகத்தின் புறப் பரப்பில் ஏற்பட முடிவதில்லை. ஆக்சைடு படலங்கள் பக்க இறுக்கு விசைகளுக்கு (lateral stresses) உட்படுத்தப்படுகின்றன. இதனுல் படலங்கள் தொடர்ச்சியாக இல்லாமல், பல வெடிப்புகள் கொண்டு தோன்றுகின்றன. இவ்வித வெடிப்புகளினிடையே ஆக்சிஜன் ஊடுருவி உலோகப் பரப்பை அடைந்து, அரிமானம் தொடர்ந்து நிகழ்கின்றது. இவ்வித ஆக்சைடு படலம் இரும்பு, நிக்கல் போன்ற உலோகப் பரப்பின்மேல் உருவாகின்றது.

மின் வேதிக் கொள்கை

மின் வேதி வினைகளால் பெரும்பாலான உலோகங்களின் அரிமானத்தை நன்கு விளக்கலாம். பொதுவாக உலோகங்கள் ஆக்சிஜனேற்ற வினைகளால் அரிமானம் அடைகின்றன. ஆக்சிஜனேற்ற வினையில் உலோக அணுக்கள் எலெக்ட்ரான்களை இழக்கின்றன. எனவே, ஒரு பொருள் ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்ற தென்று கூறுவதும், பொருள் எலெக்ட்ரான்களை இழக்கின்றது எனக் கூறுவதும் ஒரேவித நிகழ்ச்சியை விவரிக்கும் சொற்களாகும். இக் கருத்தின்படி உலோக அணுக்கள் எலெக்ட்ரான்களை இழந்து அரிமானம் அடைகின்றன என்ருகின்றது. உலோகத்திலுள்ள அணுக்கள் எலெக்ட்ரான்களை இழந்தால் உலோகம் நேர்மின் சுமையைப் பெறுகின்றது.

உலோகக் கடத்தியின் மூலமாக எலெக்ட்ரான்கள் எளிதில் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்ருேர் இடத்திற்குச் செல்லமுடியும்.

ஆனால், கரைசலில் அயனிகள் நகர்வதால் தான் எலெக்ட்ரான்கள் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப் படுகின்றன. ஒரு உலோகத் தண்டை ஒரு கரைசலில் அமிழ்த்தி வைத்தால், உலோகத்தின் தன்மையைப் பொருத்தும், கரைசலி லுள்ள அயனிகளின் செறிவைப் பொருத்தும், உலோகத்தின் புறப்பரப்பில் ஒரு அடுக்கு நேர்மின் சுமை அல்லது எதிர்மின் சுமை உண்டாவதாக அறிந்தோம். உலோகத்தின் புறப்பரப்பில் நேர் மின் சுமைப் படலமிருப்பின், மின் கவர்ச்சி விசையினால் புறப் பரப்பின் ஓரமாக எதிர்மின் சுமைகளைத் தாங்கிய ஓர் அடுக்கு அமையும். அதுபோன்றே உலோகத்தின் புறப்பரப்பில் எதிர் மின் படலமிருப்பின் நேர்மின் சுமைகளைத்தாங்கிய அயனிகள் உலோகப் பரப்பின் அருகில் ஈர்க்கப்பட்டு ஒரு அடுக்கு அமையும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு மின்முனையிலும் இரட்டை அடுக்குகள் ஏற்பட்டு, மின்முனைகள் மின்சுமைகளைப் பெறுகின்றன.

வெளிச்சுற்றில் இரண்டு மின் முனைகளும் ஒரு மின் கடத்தியால் இணைக்கப்பட்டால், எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்மின் முனையிலிருந்து நேர்மின் முனைக்கு, மின் கடத்தியின் வழியாகப் பாய்கின்றன. இதனால் இரட்டை அடுக்குகளின் சமநிலை பாதிக்கப்பட்டு, தொடர்ச்சியாக நேர்மின் முனையிலிருந்து உலோக அணுக்கள் அயனிகளாக மாறிக் கரைசலுக்குள் செல் கின்றன. இவ்வாறு ஒரு கால்வனிக் மின்கலம் ஏற்படும்பொழுது நேர்மின் முனை அரிமானம் அடைகின்றது

உலோகப் பரப்பு ஒரு கால்வனிக் மின் கலத்தின் நேர்மின் முனையாக செயல்படக்கூடிய சூழ்நிலைகள் உருவாகுமானால் அப் பரப்பு எளிதில் அரிமானம் அடையும் என்று வேதி மின் அரிமானக் கொள்கையை வரையறுக்கலாம்.

உலோகப் பொருள்கள் அரிமானம் அடைவதற்கு முக்கியக் காரணங்களாக இருப்பவைகளாவன.

1. உலோகத்தின் ஆக்சிகரண மின் அழுத்தம்.

2. எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படக்கூடிய பொருள்கள் இருத்தல்.

3. மிகைமின் அழுத்தத்தின் விளைவு.

4. உலோகத்தின் தூய்மைத் தன்மை.

5. உலோகத்தின் பௌதிக நிலை.

6. நேர்மின் முனை, எதிர்மின் முனை இவற்றின் பரப்புகளின் விகிதம்.

7. அரிமானப் பொருளின் கரையும் தன்மை,

8. ஊடகம், சூழ்நிலை இவற்றின் தன்மைகள்.

உலோகத்தின் ஆக்சிகரண மின் அழுத்தம்

கால்வனிக் மின்கலத்தில், நேர்மின் முனையாக விளங்கும் உலோகப்பரப்பில் அரிமானம் நடைபெறுகின்றது. ஆக்சீகரண மின் அழுத்தப்பட்டியலின் உதவியால் உலோகத்தின் ஆக்சீகரண மின் அழுத்தத்தை அறியலாம். உலோகங்களை அவற்றின் ஆக்சீகரண மின் அழுத்த ஏறு வரிசையில் அடுக்கிக்கிடைக்கும் தொடருக்கு கால்வனிக் கோவை (Galvanic series) என்று பெயர். நடைமுறையில்; தூய உலோகங்களைவிட உலோகக் கலவைகளே பெரும்பாலும் உபயோகப்படுவதால், உலோகக் கலவையில் ஆக்சீகரண மின் அழுத்தங்களும், காலமல் மின் முனையைக் கொண்டு அறியப்பட்டுள்ளன. முக்கியமான உலோகக் கலவைகளும், அவற்றின் ஆக்சீகரண மின் அழுத்தங்களின் மதிப்புக் கேற்ப கால்வனிக் கோவையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. உலோகங்கள் அல்லது உலோகக் கலவைகளின் ஆக்சீகரண மின் அழுத்தங்களுடன் சூழ்நிலைகளால் ஏற்படும் வேறு சில மாறுதல் களையும் எடுத்துக்கொண்டு கால்வனிக் கோவை தயாரிக்கப் பட்டுள்ளது. எனவே, இக்கோவையைக் கொண்டு, பொருள்கள் அரிமானம் அடையக்கூடிய அளவை எளிதில் கூறமுடியும்.

கால்வனிக் கோவையில் எளிதில் அரிமானம் அடையக் கூடிய உலோகங்கள் மேலிடங்களைப் பெற்றுள்ளன. கோவையின் அடியில் காணப்படும் உலோகங்கள் எளிதில் அரிமானம் அடைவதில்லை. கோவையிலுள்ள இரண்டு உலோகங்கள், ஒரு கால்வனிக் மின்கலத்தில் செயல்படுமாயின், கோவையின் மேலிடத்திலுள்ள உலோகம் நேர்மின் அயனியாகச் செயல்பட்டு அரிமானம் அடைகின்றது. கோவையின் கீழுள்ள உலோகம் எதிர்மின் அயனியாகச் செயல்படுமாகையால் அது அரிமானம் அடையாது.

வார்ப்பிரும்பு வெள்ளிக்குமேல் கால்வனிக் கோவையில் இடம் வகிக்கின்றது. எனவே, வார்ப்பிரும்பு, வெள்ளியைவிட எளிதில் அரிமானம் அடையக்கூடியது. துத்தநாகமும், வார்ப் பிரும்பும் இரு மின் முனைகளாக விளங்கும்படி ஒரு கால்வனிக் மின்

கலம் அமையுமானுல் துத்தநாகம் அரிமானமடையுமே யொழிய, வார்ப்பிரும்பு அரிமானம் அடையாது.

கால்வனிக் கோவை

எண்	உலோகம்/உலோகக் கலவை	எண்	உலோகம்/உலோகக் கலவை
1.	மக்னீசியம்	11.	முன்ட்ஸ் உலோகக் கலவை
2.	மக்னீசியம் உலோகக் கலவைகள்	12.	பித்தளை
3.	துத்தநாகம்	13.	காப்பர்
4.	அலுமினியம்	14.	வெண்கலம்
5.	எஃகு	15.	காப்பர், நிக்கல் உலோகக் கலவைகள்
6.	வார்ப்பிரும்பு	16.	துருப்பிடிக்காத இரும்பு (*p*)
7.	துருப்பிடக்காத எஃகு (*a*)	17.	வெள்ளி
8.	பற்று உலோகக் கலவை	18.	மானல் உலேகக் கலவை
9	காரீயம்	19.	டிட்டேனியம்
10.	ஈயம்	20.	பிளாட்டினம்

எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படக்கூடிய பொருள்கள் இருத்தல்

மின் வேதி வினைகளினுல் ஒரு உலோகப் பொருள் அரிமானம் அடைந்தால், அந்த உலோகப் பொருள் நேர்மின் முனையாக அமைந்துள்ள ஒரு கால்வனிக் மின்கலம் உருவாகி யிருக்க வேண்டும். எனவே, கால்வனிக் கோவையில், குறிப்பிட்ட உலோகத்திற்குக் கீழுள்ள மற்ருேர் உலோகம் எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படவேண்டிய அவசியம் ஏற்படுகின்றது. முக்கியமாக உலோகம் அரிமான மடையும் வேகம் நேர்மின் முனை,

எதிர்மின் முனை இவற்றின் மின் அழுத்த வித்தியாசத்தைப் பொறுத்தே இருக்கின்றது.

மின் வேதி வினைகளைப் பற்றிய அறிவும், கால்வனிக் கோவையைப் பற்றிய அறிவும் இல்லாத காரணத்தால் தொழிற் றுறையில் கோடிக் கணக்கான ரூபாய்கள் நஷ்டமாகக்கூடும்.

மானல் உலோகம் என்றழைக்கப்படும் உலோகக் கலவை, நிக்கல் (67%), காப்பர் (30%), இரும்பு, மாங்கனீஸ் (3%,) உலோகங்களைப் பெற்றுள்ள தொன்ருகும். மானல் உலோகம் எஃகைப் போன்று மிக்க கடினமானதாகும். இது எளிதில் அரிமானம் அடையாது. எனவே, மானல் உலோகத் தகடுகளைப் பயன்படுத்தி, 1915-ல் மிக அதிக செலவில் ஒரு கப்பல் கட்டப் பட்டது. இந்த உலோகக் கலவையின் தகடுகள் எஃகுச் சட்டங் களுடன் எஃகு ஆணிகளால் இணைக்கப்பட்டன. துர் அதிர்ஷ்ட வசமாக இக்கப்பலை உருவாக்குவதில் சம்பந்தப்பட்டவர்கள் மின் வேதியல் வினைகளைப் பற்றியும், கால்வனிக் கோவையில் எஃகு. மானல் உலோகம் இவற்றின் இடங்களைப் பற்றியும் அறிந்திருக்க வில்லை. மானல் உலோகம் அரிமானத்தை எதிர்க்கக்கூடிய உலோகக் கலவை யாகையால், கப்பல் கட்டுவதில் பயன்படுத்தப் பட்ட தகடுகள் வெகு நாட்களுக்கு அரிமானம் அடையாதென்று எதிர்பார்த்தனர். ஆனுல், மானல் உலோகம் எதிர்மின் முனையாகவும், எஃகுச் சட்டங்களும், எஃகு ஆணிகளும் நேர் மின் முனையாகவும் உள்ள பல மின்கலங்கள் கப்பலின் புறப் பரப்பில் உருவாகி, மின்வேதி வினையால் எஃகு ஆணிகள் (நேர் மின் முனை) அரிமானம் அடைந்தது. சில நாட்களில் கப்பல் மூழ்கிவிட்டது.

ஒரு பெரிய பல அடுக்கு மாடிக் கட்டிடத்தில், மின்கம்பிகள் மறைவாக வைக்கும் முறையில் (concealed wiring) மின் இணைப்பு கள் அமைக்கப்பட்டன. தளங்களைக் கட்டுவதற்கான பலப்படுத்த கற்காரைகளில் (reinforced concrete) வழக்கம்போல் எஃகு கம்பிகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. இரும்பைப்போல் அவ்வளவாக அலுமினியம் எளிதில் வேதி வினைகளில் பங்கு பெற்று, அரிமானம் அடையாது. அலுமினியக் குழாய்களுக்குள் மின்கம்பிகளை வைத்து கற்காரைகளில் அமைத்துவிட்டால் வெகு நாட்களுக்கு மின் கம்பி களை அலுமினியக் குழாய்கள் பாதுகாக்கும் என்ற நம்பிக்கையில், மிகப்பெரும் செலவில், அலுமினியக் குழாய்களுக்குள் மின்கம்பிகளை வைத்துக் கற்காரையில் அமைத்தனர். ஆனுல், கற்காரையை பலப் படுத்துவதற்காக நீர் ஊற்றும் காலத்தில் காரையிலுள்ள எஃகுக்

கம்பிகள் நேர்மின் முனையாகவும், மின் கம்பிகளைச் சூழ்ந்துள்ள அலுமினியம் எதிர்மின் முனையாகவும் உள்ள ஒரு கால்வனிக் மின் கலம் உருவாயிற்று. இதனால் அலுமினியக் குழாய்கள் யாவும் மின் வேதி வினையினால் அரிமானம் அடைந்தன. கட்டிடத் திறப்பு விழா நடத்துவதற்கு முன்பாகவே மிக அதிக செலவில், மின் இணைப்புக் கம்பிகளை இரும்புக் குழாய்களின் மூலம் எடுத்துச் செல்ல ஏற்பாடாயிற்று.

மின்வேதி வினைகளால் உலோகப் பொருள்கள் அரிமானம் அடைவதற்கு இதுபோன்ற பல நிகழ்ச்சிகளைக் கூறலாம். எனவே, கால்வனிக் கோவையில் குறிப்பிட்ட உலோகத்திற்குக் கீழேயுள்ள ஒரு உலோகம் எதிர்மின் முனையாகவும், எடுத்துக் கொண்ட உலோகம் நேர்மின் முனையாகவும் செயல்படக்கூடிய கால்வனிக் மின்கலம் உருவானால், நேர்மின் முனையாக உள்ள உலோகம் மின்வேதி வினைகளால் அரிமானம் அடையுமென்று கிறது.

மிகைமின் அழுத்தத்தின் விளைவு

தூய துத்தநாகத் தகட்டை ஒரு நார்மல் செறிவுள்ள சல்ஃப்யூரிக் அமிலக் கரைசலில் அமிழ்த்தினால், உலோகப் பரப்பு அரிமானம் அடைந்து, அதன் பரப்பில் ஹைட்ரஜனின் சிறு குமிழிகள் படிகின்றன. ஆனால், அரிமான வேகம் சிறிது நேரத்தில் குறைந்துவிடுகின்றது. துத்தநாகத்தின் நியம மின் அழுத்தம்—0·762 வோல்ட் ஆக இருப்பினும் மின்வேதி வினை வேகமாக நடைபெறுவதில்லை. இதற்குத் துத்தநாகத்தின் புறப் பரப்பில் ஹைட்ரஜன் வாயு படியும்பொழுது ஏற்படும் மிகை மின் அழுத்தம் 0·7 வோல்ட் ஆக இருத்தலே காரணம் எனவே, துத்தநாகம்=0·062 வோல்ட் நியம மின் அழுத்தம் உள்ள உலோகத்தைப் போன்றே மின்வேதி வினையினால் அரிமானம் அடைகின்றது.

மின்கலத்திலுள்ள சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் சில துளிகள் காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலைச் சேர்த்தால் சில காப்பர் அணுக்கள் துத்தநாகத் தகட்டின்மேல் படிந்து, உலோக மின் அழுத்த மதிப்பை 0.33 வோல்டாக மாற்றுகின்றது. துத்தநாகத் தகடு அதிக வேகத்தில் அரிமானம் அடைகின்றது. காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலுக்குப் பதிலாக சில துளிகள் பிளாட்டினக் குளோரைடு கரைசலைக் கலந்தால், மிகை மின் அழுத்தம் 0·2 வோல்டாகக் குறைவதால் அரிமானம் மிக்க வேகத்தில் நடைபெறுகின்றது.

இதிலிருந்து மிகை மின் அழுத்தத்தைக் குறைப்பதனுல் அரிமானம் அதிகமாகின்றதென்பது புலனுகின்றது. எனவே, உலோகப் பொருள்கள் மின்வேதி வினைகளால் அரிமானம் அடையாமல் இருக்கவேண்டுமானுல் உலோகத்தின் மிகைமின் அழுத்தம் அதிகமாக இருக்கும்படிச் செய்யவேண்டும். மிகை மின் அழுத்தங்கள் எந்தச் சூழ்நிலையில், எவ்வாறு மாறுதலை அடையும் என்பதைப்பற்றிய விவரம் மிக்க அவசியமாகின்றது.

1. மின் அடர்த்தி (Current density) அதிகமாகும்பொழுது, ஆரம்ப நிலையில் மிகைமின் அழுத்தம் அதிகமாகி, பின் அது ஒரு மாருத மதிப்பைப் பெறுகின்றது.

2. வெப்பநிலை அதிகரிக்க அதிகரிக்க மிகை மின்அழுத்தம் குறைகின்றது.

3. வாயு மிகை மின் அழுத்தம் (Gas overvoltage) மின் முனையின் தன்மையைப் பொறுத்துள்ளது. உதாரணமாக, ஹைட்ரஜன் மிகை மின் அழுத்தங்களை எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். பிளாட்டினம், தங்கம், வெள்ளி மின்முனைகளைப் பயன்படுத்தினுல் மிகை மின் அழுத்தம் குறைவாக உள்ளது. காரீயம், துத்தநாகம், காட்மியம், மர்க்குரிய மின் முனைகளில் ஹைட்ரஜன் மிகை மின் அழுத்தம் அதிகமாயுள்ளது. இரும்பு, நிக்கல், கோபால்ட், கார்பன், காப்பர் மின்முனைகளில் நடுத்தர மதிப்பைப் பெற்றுள்ளது.

4. வாயு மிகைமின் அழுத்தங்கள் சொரசொரப்பான மின் முனைகளில் குறைவாகவும், வழவழப்பான மின்முனைகளில் அதிக மாகவும் உள்ளன.

5. பிற பொருள்களை மின் கலத்திலுள்ள நீர்மத்தில் சேர்ப்ப தால் மிகைமின் அழுத்தத்தை அதிகரிக்கலாம். குளு (glue) ஜில்லட்டின் போன்ற பொருள்களைக் கரைசலுடன் கலந்தால், ஹைட்ரஜன் மிகைமின் அழுத்தம் அதிகமாவதைச் சிறந்த எடுத்துக் காட்டாகக் கூறலாம்.

உலோகத்தின் தூய்மைத் தன்மை (Purity of the Metal)

ஒரு துத்தநாக உலோகத் தண்டின்மேல் காப்பர் அல்லது பிளாட்டினத் துகள்கள் படியுமாயின் கால்வனிக் மின்கலங்கள் உருவாகின்றன என்பதைக் கண்டோம். அவ்வாறு உருவாகும் மின்கலங்களில் துத்தநாகம் நேர்மின் முனையாக செயல்படுவதால்

மின் வேதிக் கொள்கையின்படி அது அரிமானம் அடைகின்றது இதே காரணத்தால், துத்தநாகத்தில், காரீயம், இரும்பு, கார்பன் போன்ற மாசுப் பொருள்களிருப்பின் துத்தநாகத் தண்டு எளிதில் அரிமானம் அடைகின்றது. ஓர் உலோகத்தில் மாசுப்பொருள்கள் இருக்குமிடத்தில் மிகச் சிறிய மின் கலங்கள் உருவாகக்கூடிய சூழ் நிலைகள் இருப்பதால், உள்ளிட நிகழ்ச்சி (local action) ஏற்படு கின்றது. எனவே, மாசுப் பொருளைச் சுற்றியுள்ள உலோகம், அரிமானம் அடைந்து, உலோகப் பரப்பில் பல குழிகள் (pits) தோன்றுகின்றன.

தூய உலோகங்கள் இவ் வகையான அரிமானத்திற்கு உட்படுவதில்லை. ஆனால், மிகத் தூய உலோகங்கள் தொழில் துறையில் சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. தூய உலோகங்களின் விலை அதிகம் மேலும் தூய உலோகங்கள், உலோகக் கலவையைப் போன்று மிக்க கடினத் தன்மை, மிக்க நீட்சி வலிமை (tensile strength) போன்ற நற்பண்புகளைப் பெற்றி ருப்பதில்லை. உலோகங்களில் மிகச் சிறிய அளவில் மாசுப் பொருள்களிருப்பினும், அரிமானத்தின் வேகம் மிக அதிகமாகின்ற தென்பதைக் கீழ்க்கண்ட அட்டவணை தெளிவாகக் காண்பிக் கின்றது.

உலோகம்	தூய்மைத் தன்மை (சதவீதத்தில்)	அரிமான வேகம்
துத்தநாகம்	99·999	1
துத்தநாகம்	99 98	2,650
துத்தநாகம்	99·95	5,000
அலுமினியம்	99·999	1
அலுமினியம்	99·97	1,000
அலுமினியம்	99·92	30,000

மாசுக்களாக விளங்கும் பொருள்களின் நியம மின் அழுத்தத் திற்கும், எடுத்துக்கொண்ட உலோகத்தின் நியம மின் அழுத்தத் திற்குமுள்ள அழுத்த வேறுபாட்டை ஒட்டியே பெரும்பாலும் அரிமானத்தின் வேகம் இருக்கின்றது. சில சமயங்களில் வேறு

காரணங்களும் அரிமானத்தின் வேகத்தைப் பாதிக்கின்றன. மாசுக்கள், உலோகத்துடன் ஒரு திடக் கரைசலை (Solid solution) கொடுக்குமாயின் உலோகப் பரப்பு ஓரினமாக (Homogeneous) இருக்கின்றது. இதனால் உள்ளிடை நிகழ்ச்சி நடைபெறுவதில்லை.

மாசுக்கள் நிறைந்த ஒரு துத்தநாகத் தண்டின்மேல் பாதரசத்தைத் தடவினால் துத்தநாக ரசக்கலவை ஏற்படுகின்றது உலோகப் பரப்பின்மேல் ஒழுங்கான முறையில் தொடர்ச்சியாக துத்தநாக ரசக்கலவை பூச்சு அமைகின்றது. துத்தநாகத்திலுள்ள மற்ற மாசுப் பொருள்களினால் இப்பொழுது உள்ளிடை நிகழ்ச்சி நடைபெறாததால், அதன் அரிமானம் வெகுவாகக் குறைகின்றது. இந்த அரிமானக் குறைவுக்கு இரண்டு காரணங்களைக் கூறலாம். முதலாவதாக, பாதரசத்தின் மிக அதிக மிகை மின் அழுத்தம் ஒரு காரணமாகும். இரண்டாவதாக, துத்தநாகத்தில் முக்கிய மாசுப் பொருளாக இருக்கும் காரீயம், ஒரு ரசக்கலவையாக மாறி, மற்ற மாசுப் பொருள்களை மூடிக்கொண்டு அவற்றினால் உள்ளிடை நிகழ்ச்சி நடைபெறாமல் தடுக்கின்றது.

உலோக கலவைகளியிலுள்ள உலோகங்களின் நியம மின் அழுத்தங்களுக்குள் அதிக அளவில் வேறுபாடு இருப்பின், உலோகக் கலவை எளிதில் அரிமானம் அடையும். இதனை 20 சத வீதத்திற்குமேல் துத்தநாகத்தைப் பெற்றுள்ள பித்தளை (Brass) உலோகக் கலவைகளில் காணலாம். உலோகக் கலவையின் கனபரிமாணக்கூடு அமைப்பில் (space lattice) மாறுபட்ட மின் வேதித் தன்மையுள்ள உலோக அணுக்கள் அமைந்திருப்பதாலும் அரிமானம் ஏற்படுகின்றது. இவ்வாறு மாறுபட்ட தன்மையுள்ள உலோக அணுக்கள் அடங்கிய கனபரிமானக்கூடு அமைப்புள்ள உலோகக் கலவையைச் சூடுபடுத்தினால், கனபரிமாண அமைப்பில் மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. இம்மாறுதல்களின் விளைவாதலும், சூடாக்கப்பட்ட இடத்தில், அரிமானத்தின் வேகம் மாறுகின்றது.

உலோகத்தின் பௌதிகத் தன்மை (Physical State of the Metal)

உலோகப் பரப்பின் தன்மையையும், உலோகப் படிகங்களில் உள்ளும் புறமும் ஏற்படக்கூடிய தகைவுகளையும் (Stresses) உலோகத்தின் பௌதிகத் தன்மையெனக் குறிக்கலாம்.

உலோகப் பரப்பு சொரசொரப்பாக இருக்குமாயின் மாசுப் பொருள்கள் அதன் பரப்பில் எளிதில் படிகின்றன. இவ்வாறு படிந்த மாசுக்களைச் சுற்றியுள்ள உலோகம் நேர்மின் முனையாகச்

செயல்படுவதால், அரிமானம் அடைகின்றது, உலோகப் பரப்பு, வழவழப்பாக இருப்பின், மாசுக்கள் எளிதில் படிவதில்லை. எனவே, பொதுவாக வழவழப்பான உலோகப் பரப்புகள், அதிக வேகத்தில் அரிமானம் அடைவதில்லை.

உலோக அமைப்பிலுள்ள அலகுக் கூட்டின் பரிமானமும் அரிமானத்தின் வேகத்தைப் பாதிக்கின்றது. அலகுக் கூடு (unit cell) மிகச் சிறியதாக இருப்பின், உலோகத்தின் கரையும் தன்மை அதிகமாக உள்ளது. உலோகப் படிகங்கள் பேரளவு (Macroscopic) உள்ளவைகளாக இருப்பின், அவைகள் எளிதில் கரைவதில்லை. படிகங்கள் சூழ்நிலையிலுள்ள பொருள்களின் பரிமாணத்திற்கு ஒத்திருப்பின் அவற்றின்கரை திறன் பெரிதும் மாறுபட்டு இருக்கின்றது. உலோகப் பரப்பில் உலோகப் படிகங்கள், நெறிப்படுத்தப்பட்டுள்ள (orientation) முறையைப் பொருத்தும் அரிமானத்தின் வேகம் மாறுகின்றது. மேற்பரப்பில் நெறிப் படுத்தப்பட்டுள்ள காப்பர் உலோகத் தகடு வெவ்வேறு அரிமானம் அடைவதை இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

உலோகத்தின் ஒரு பாகம் தகைவுக்கு உட்படுத்தப் படுமானால், அப்பாகம் பிறபாகங்களுடன் ஒப்பிடுகையில் நேர் மின் முனையாகச் செயல்படுகின்றது. இவ்வகை நிகழ்ச்சி தூய உலோகங்களிலும் காணப்படுகின்றது பல உலோகக் கலவை களில் வெடிப்புகள் ஏற்படுவதற்குத் தகைவு ஒரு காரணமாக விளங்குகிறது.

உலோக அல்லது உலோகக் கலவையின் படிக அமைப்பில், உள் தகைவு (internal stress), வார்ப்படம் செய்யப்படும் நிலையிலாவது, வெப்பப் பதனிடுதல் (heat treatment) நிலையிலாவது, இயந்திரங்களை நிர்மாணிக்கும் பொழுதாவது ஏற்படக்கூடும். உலோகப் பரப்பில் ஏற்படக்கூடிய வெளித் தகைவு (external stress) உலோகப் பொருள் செயல்படும் பொழுது ஏற்படக்கூடும். வெப்பவியல் கணக்கீடுகளின்படி (Thermodynamic calculations) தகைவுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட அணுக்கள் அதிக ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. இதனால் தகைவுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட பாகம், நேர்மின் முனையாகவும் அதனைச் சுற்றியுள்ள பாகம் எதிர்மின் முனையாகவும் செயல் படுகின்றது. இவ்விரு பாகங்களுக்குமுள்ள மின் அழுத்த வேற்றுமை மிகக் குறைவாகவேயுள்ளது. ஆனால், தகைவுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட பாகம் மிகச் சிறியதாகவும், அதனைச்சுற்றியுள்ள

எதிர்மின் முனைப்பாகம் அதிக அளவிலும் உள்ளன. இதனால் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் அதிக அளவில் அரிமானம் ஏற்பட வாய்ப்பு ஏற்படுகின்றது. இதனால் விரிசல்கள் அல்லது வெடிப்புகள் (cracks or crevices) ஏற்படுகின்றன. வெடிப்புகள் ஏற்பட்ட பாகம் தகைவுக்கு உட்பட்ட பாகமாகவும் இருப்பதால் விரிசல்கள் அதிகமாகின்றன.

பொதுவாக நீட்சித் தகைவுக்கு (tensile stress) உட்படுத்தப் பட்ட உலோகப் பரப்பு எளிதில் அரிமானம் அடைகின்றது. இறுக்கத் தகைவினால் (Compression stress) உலோகப் பரப்பு அரிமானம் அதிகம் அடைவதில்லை. தகைவினால் ஏற்படும் அரிமானம் திடீரெனத் தோன்றுவதால், அவ்வகை அரிமானத்தால் பல அமைப்புகள் சீர்கெடுவதுண்டு. காரப் பொடியாகுதல் நிகழ்ச்சியால், கொதிகலங்களில் ஏற்படும் வெடிப்புகளைத் தகைவு அரிமானத்திற்குச் சிறந்த எடுத்துக் காட்டாகக் கூறலாம்.

உலோகப் பரப்பின்மேல் பூசப்பட்டிருக்கும் அரிமானத்தைத் தடுக்கும் போர்வையில் (Protective coating) வெளித் தகைவினால் கீறல்கள் ஏற்படுமாயினும், அரிமானம் எளிதில் நடைபெறு கின்றது. இரும்பின் மேல் ஈயம் பூசப்பட்டுள்ள தகட்டில் (தகரம்) கீறல்கள் வெளித் தகைவினால் ஏற்படுவதாகக் கொள்வோம். ஈயத்துடன் ஒப்பிடும்பொழுது இரும்பு, நேர்மின் முனையாகச் செயல்படும். கீறல் விழுந்த இடம் நேர்மின் முனையாகவும் சுற்றுப் புறம் எதிர்மின் முனையாகவும் செயல்படுவதால், மிகத் தீவிரமாக இரும்பு அரிமானம் அடைகின்றது.

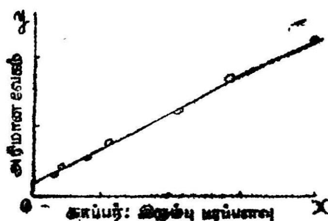
துத்தநாகம் பூசப்பட்ட இரும்புத் தகட்டில் வெளித் தகை வினால் கீறல்கள் ஏற்பட்டு, இரும்பு வெளிக் காற்று மண்டலத் துடன் தொடர்புற்றாலும், இரும்பு அரிமானம் அடைவதில்லை. துத்தநாகம், நேர்மின் முனையாகவும், இரும்பு எதிர்மின் முனையாகவும் உள்ள ஒரு கால்வனிக் மின்கலம் உருவாகின்றது, துத்தநாகம் தொடர்ந்து அரிமானம் அடைந்து, இரும்புப் பரப்பு அரிமானம் அடையாமல் தவிர்க்கப்படுகின்றது.

தகைவினால் ஏற்படும் அரிமானத்தைக் கொண்டு, திருட்டுப் போன கார் இயந்திரங்களிலுள்ள எண்கள் எவ்வகையான கருவி களால் அழிக்கப்பட்டன என்று அறியப்படுகின்றன. தகை வினால் ஏற்படும் அரிமானத்தைக் குறைக்கத் தகைவினால் உலோகப் படிக அமைப்பில் ஏற்பட்டுள்ள மாறுதல்களை நீக்க வேண்டும். தகைவுக்கு உட்பட்ட உலோகப் பொருள்களின்

பாகங்களைச் சூடுபடுத்திப் பின் மெல்ல ஆறவிடல் (annealing) தகைவினால் ஏற்படக்கூடிய விளைவுகளைக் குறைக்கின்றன,

நேர்மின் முனை, எதிர்மின் முனை—இவற்றின் பரப்புகளின் விகிதம்

சம பரப்பளவுள்ள இரண்டு இரும்புத் தகடுகளை எடுத்துக் கொண்டு, ஒன்றை அதே பரப்பளவுள்ள காப்பர் தகடுக்கும், மற்றதை அதைவிட அதிக பரப்பளவுள்ள காப்பர் தகடுக்கும் இணைத்து, இரு கால்வனிக் மின்கலங்களை உருவாக்குவதாகக் கொள்வோம். அதிக அளவு பரப்பளவுள்ள காப்பர் எதிர்மின் முனையைப் பெற்றுள்ளமின் கலத்திலிருந்து அதிக அளவில் மின் திறன் கிடைக்கும். எனவே, இந்த மின் கலத்தில் இணைக்கப் பட்டுள்ள இரும்புத் தகடு சீக்கிரத்தில் அரிமானம் அடைகின்றது. இதனைக் கீழ்காணும் வரைபடம் மூலம் தெளிவாக அறியலாம்.



படம் 38.

காப்பர், இரும்பு, இரட்டை (couple) மின் முனைகளாகச் செயல்படும்பொழுது, கரைசலின் மின் கடத்துத்திறன் அதிக அளவில் மாறுபடாமலிருந்தால், நேர்மின் முனையில் ஏற்படும் அரிமான வேகம் எதிர்மின் முனையின் பரப்பளவுக்கு நேர் விகிதத்தில் அமைவதை வரை படம் காண்பிக்கின்றது.

ஈயம் பூசப்பட்ட இரும்புத் தகட்டில் ஒரு கீறல் ஏற்பட்டு, இரும்புத் தகடு வெளிக் காற்று மண்டலத்துடன் தொடர்பு கொள்ளுமானால் கீறல் விழுந்த இடம் அரிமானம் அடைவதாக அறிந்தோம். நேர்மின் முனையாக விளங்கும் இரும்பின் பரப்பை விட, எதிர்மின் முனையாக விளங்கும் ஈயத்தின் பரப்பு மிக அதிக மாக இருத்தலே கீறல் ஏற்பட்ட இடம் மிகுந்த வேகத்தில் அடைந்து பள்ளம் உண்டாவதற்குக் காரணமாக இருக்கின்றது.

மோனல் (Monel) உலோகக் கலவையின் தகட்டினால் அமைக்கப்பட்ட கப்பலில் பயன்படுத்தப்பட்ட எஃகு ஆணிகள் வெகு சீக்கிரத்தில் அரிமானம் அடைந்ததாக அறிந்தோம். நேர் மின் முனையாக விளங்கிய எஃகு பரப்பைவிடப் பல மடங்கு அதிக மாக மோனல் உலோகத் தகடுகளின் பரப்பு இருந்ததே மிக வேகத்தில் எஃகு ஆணிகள் அரிமானம் அடைந்ததற்குக் காரண மாகும்.

மின்வேதி வினையால் ஏற்படும் அரிமான மின்திறன், நேர் மின் முனையிலும். எதிர்மின் முனையிலும் சமமாகவே இருக்கும். ஆனால், நேர் மின் முனையின் பரப்புக் குறைவாக உள்ளதால் மின் அடர்த்தி (current density) நேர் மின் முனையில் மிக அதிகமாகி, அரிமான வினையின் வேகமும் மிக அதிகமாகின்றது.

இரும்புத் தகடுகள், காப்பர் இறுக்கி ஆணிகளால் (rivets) சேர்த்து இணைக்கப்பட்டிருந்தால், இரும்பு அரிமானம் அடைவது இதே காரணத்தால் வெகுவாகக் குறைகின்றது.

அரிமானப் பொருளின் கரையும் தன்மை

உலோகம் அரிமானம் அடையும்பொழுது இவ் வினையில் உண்டான அரிமான விளைபொருள் உலோகப் பரப்பின்மேல் படிகின்றது. உலோகம் தொடர்ந்து அரிமானம் அடைவது, அரிமான விளைபொருள், அதனைச் சூழ்ந்துள்ள நீர்மத்தில் கரை வதைப் பெரிதும் பொருத்துள்ளது.

பெரும்பாலான உலோக ஆக்சைடுகள் நீரில் கரைவதில்லை. அரிமான விளைபொருள், ஆக்சைடாகத்தான் இருக்கவேண்டு மென்பதில்லை. உலோகம் அதனைச் சூழ்ந்துள்ள நீர்மத்துட னுவது அல்லது மின்பகுப்பொருளுடனுவது வினையுற்று விளை பொருள்களைத் தரலாம். இவ்வாறு உண்டாகும் விளைபொருள்கள் உலோகத்தின் மேற்பரப்பில் தொடர்ச்சியாகப்படர்ந்து, ஒரு கடினமான படல் உருவானுல், உலோகம் மேற்கொண்டு அரிமானம் அடைவதில்லை. இதற்கு மாருக, அரிமான விளை பொருள் அதனைச் சூழ்ந்துள்ள நீர்மத்தில் கரையுமானுல்; உலோகப் பரப்பு தொடர்ந்து அரிமானம் அடைகின்றது.

சல்ஃப்யூரிக் அமிலக் கரைசலில் காரீயம் உலோகத் தண்டு அமிழ்த்து வைக்கப்படுமாயின் அரிமான விளை பொருளான காரீய சல்ஃபேட் உலோகத் தண்டின் மேல் படிகின்றது. இது நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் கரையாதாகையால், அரிமானத்தைத் தடுக்கும் படலம், காரீய உலோகத் தண்டின்மேல் தொடர்ச்சி யாக அமைகின்றது. காரீயத் தண்டு தொடர்ந்து அரிமானம் அடைவதில்லை.

டியூரைகுளோர் (Durichlor)என்ற உலோகக் கலவை, இரும்பு, சிலிகான், மாலிபிடினியம் என்ற தனிமங்களால் ஆனது. இதிலுள்ள மாலிபிடினியம், குளோரைடுடன் வினையுற, எளிதில் கரையாத குளோரைடு படலம் தொடர்ச்சியாக அமைகின்றது.

இதனால் இந்த உலோகக்கலவை, குளோரின் உள்ள சூழ்நிலையிலும், குளோரைடு அயனிகள் உள்ள சூழ்நிலையிலும் அரிமானம் அடைவதில்லை.

லாக்டிக் அமிலம் ஒரு வீரியமற்ற அமிலமாகும். இந்த அமிலம் மோரில் காணப்படுகிறது. இந்த அமிலத்துடன் இரும்பு வினையுற்றால் கிடைக்கும் உப்பு எளிதில் நீரில் கரையக்கூடியது. கீறல்களினால் ஈயம் அழிந்துபோன அல்லது ஈயப்பூச்சில் விரிசல் அல்லது வெடிப்புகள் ஏற்பட்டுள்ள தகரக் குவளைகளில் மோரை சேமித்து வைத்தால் மோரிலுள்ள லாக்டிக் அமிலம் இரும்புடன் வினையுறுகின்றது. வினைபொருள் சுற்றுப்புறத்திலுள்ள நீர்மத்தால் கரைக்கப்படுவதால், அதிதீவிரமாகத் தகரக் குவளை அரிமானம் அடைகின்றது.

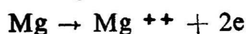
ஊடகம் அல்லது சூழ்நிலை இவற்றின் தன்மைகள் (Properties of Medium or Environment)

உலோகப் பொருளின் அரிமானம் அது இருக்கும் ஊடகத்தின் தன்மைகளைப் பொருத்தும், அதனைச் சூழ்ந்துள்ள பொருள்களின் தன்மைகளைப் பொருத்துமுள்ளன.

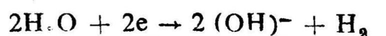
ஈரத்தினால் ஏற்படும் விளைவுகள்

இரும்பு உலர்ந்த வாயு மண்டலத்தில் அரிமானம் அடைவதில்லையென்பதும், இரும்பு துருவாக மாறுவதற்கு ஈரம் அவசியம் என்பதும் வெகு காலமாகவே தெரிந்ததொன்றாகும். உலோகம் அல்லது உலோக ஆக்சைடு அல்லது அரிமான விளைபொருள் நேரிடையாக நீருடன் வினையுற்று, அரிமானம் தொடர்ச்சியாக நடக்கத் தேவையான சூழ்நிலையை ஏற்படுத்துகின்றதென்பது ஓரளவுதான் உண்மையாகும். நீர், வாயு மண்டலத்திலுள்ள ஆக்சிஜனைக் கரைத்து, அல்லது உலோகப் பரப்பிலுள்ள ஆக்சைடுகள் அல்லது உப்புக்களைக் கரைத்து, மின்பகுப் பொருளைக் கொடுக்கின்றது. இதனால் ஒரு மின்கலம் எளிதில் உருவாகி அரிமானவினை, மின்வேதி வினைகளால் நிகழ்கின்றதென்பது முற்றிலும் உண்மையாகும்.

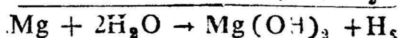
ஆக்சிஜன் முற்றிலும் இல்லாத சூழ்நிலையிலும் மக்னீசியம் நீருடன் கீழ்க்கண்டவாறு வினையுறக் கூடும்.



$$Mg \rightarrow Mg^{++} + 2e$$



$$2H_2O + 2e \rightarrow 2(OH)^- + H_2$$



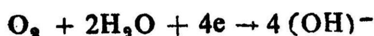
$$Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$$

இவ்வினை நிகழும் மின்கலத்தின் மின்அழுத்தம் 1·85 வோல்ட்டாகும்.

நீரில் ஆக்சிஜன் கரைந்திருப்பின் வினைகள் கீழ்க்கண்டவாறு நிகழ்கின்றன.



$$2Mg + 4(OH)^- \rightarrow 2Mg(OH)_2 + 4e$$



$$O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4(OH)^-$$



$$2Mg + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2Mg(OH)_2$$

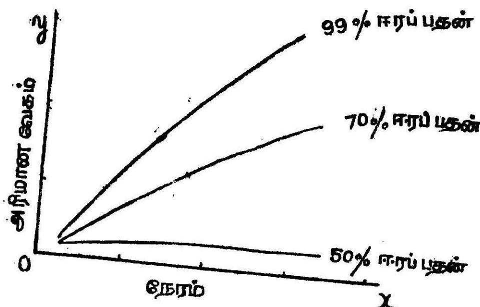
இந்த வினைகள் நிகழும்பொழுது மின்கலத்தின் அழுத்தம் 3·06 வோல்ட்டாக உள்ளது; எனவே, அரிமான வேகமும் அதிகமாயுள்ளது.

இதுபோலவே துத்தநாகம், மாங்கனீஸ், அலுமினியம், குரோமியம், இரும்பு போன்ற உலோகங்களிலும் வினைகள் நிகழ்கின்றன.

சாதாரண வெப்ப நிலையில் உலர்ந்த காற்றில், இரும்பு மிகக் குறைவாகவே அரிமானம் அடைகின்றது. காற்றில் ஈரப்பதன் (Humidity) சுமார் 60 சதவீதம் இருக்கும்பொழுது, இரும்பு எளிதில் அரிமானம் அடைந்து, துருவாக மாறுகின்றது. துருத் துகள்கள் இருக்கும் இடங்களில் தொடர்ந்து அரிமானம் வேகமாக நடைபெறுகின்றது. துரு, கட்டிக்கூழ் (gel) அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. காற்றிலுள்ள நீர் மூலக்கூறுகள், சுருக்கம் அடைந்து கட்டிக்கூழில் காணப்படும் நுண்துளை இடைவெளிகளை நிரப்புகின்றன. இந்த நீரில், அரிமான வினையில் பங்கு பெறக் கூடிய வாயுப் பொருள்கள் கரைந்து, அரிமானம் வேகமாக நடைபெறுகின்றது. காற்றில் 100 p.p.m. சல்ஃபர் டை ஆக்சைடு இருக்கும்பொழுதும், 50 சதவீதம், 70 சதவீதம், 99 சதவீதம் ஈரப் பதன் இருக்கும்பொழுதும் இரும்பு அடையும் அரிமான வேகங்களைக் குறிக்கும் வரைபடத்திலிருந்து மேற்கூறிய உண்மைகளை அறியலாம்.

உலோகப் பரப்பில் ஈரமிருப்பின் காற்றிலுள்ள கரித் தூள்கள், மற்றும் பிற திட மாசுப் பொருள்கள், உலோகப் பரப்பின்மேல் எளிதில் படிகின்றன. இத் துகள்களின் மேற்பரப்பில் சுற்றுப் புறமுள்ள வாயுப் பொருள்கள் ஒட்டிக் கொள்கின்றன.

துகள்களின் புறப்பரப்பு அதிகமாக இருத்தலால் வாயுக்களின் செறிவும் அதிகமாகின்றன. இவ்விதமாக உலோகத்தின்



படம் 39.

புறப்பரப்பில் செறிவு வித்தியாசம் ஏற்பட்டு, அடர்வுசார் மின் கலங்கள் உருவாகின்றன. மின்வேதி வினைகள் நிகழ்ந்து அரிமானம் அதிக அளவிலிருக்க அடர்வுசார் மின்கலங்கள் துணை புரிகின்றன.

ஈரத்துடன் பல உலோகச் சேர்மங்கள் வினைபுரிந்து, கார உப்புகள் உண்டாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக,


$Pb(OH)_2 \, PbCO_3$


$Cu(OH)_2 \, CuCl_2$


$3\,Cu(OH)_2 \, CuSO_4$

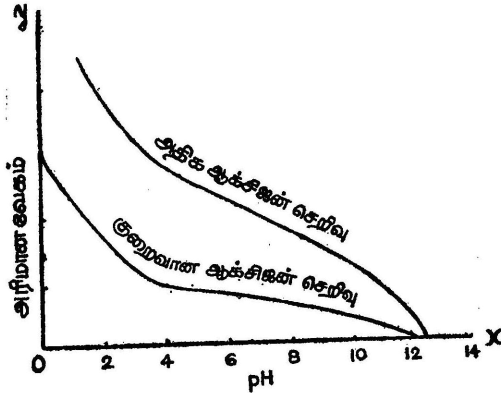
போன்ற உப்புக்களைக் கூறலாம். இவைகளும் அதிக அளவில் உலோகம் அரிமானம் அடைய உதவுகின்றன.

pHன் மதிப்பு

ஹைட்ரஜன் அயனியின் செறிவுக்கும் அரிமான வேகத்திற்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளது. அமிலங்களில் உலோகங்கள் கரைந்து ஹைட்ரஜன் வெளியேறுவதால் உலோகங்கள் அமிலச் சூழ்நிலையில் அரிமானம் அடைகின்றன.

pHன் மதிப்பு 5க்குக் குறைவாக இருக்கும் வரையிலும், கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் நீக்கப்பட்ட நீரில் இரும்பு அரிமானம் அடைவதில்லை. நீரில் ஆக்சிஜன் கரைந்திருப்பின் அரிமான

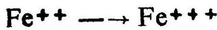
வேகம் அதிகமாக உள்ளது. அரிமான வேகத்திற்கும், நீரின் pH மதிப்புக்கும் உள்ள தொடர்பைக் கீழ்க்கண்ட வரைபடம் மூலம் அறியலாம்.



படம் 40.

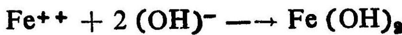
pHன் மதிப்பு 4ஆக இருக்கும்பொழுது அரிமானம் மிக அதிகமாகின்றது.

நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனால், ஃபெர்ரஸ் அயனி ஃபெர்ரிக் அயனியாக மாறுகின்றது. பின் ஃபெர்ரிக் அயனி எதிர்மின் முனையில் ஃபெர்ரஸ் ஆக மாறுகின்றது.


$$Fe^{++} \longrightarrow Fe^{+++}$$


$$Fe^{+++} \longrightarrow Fe^{++}$$

அமிலத்தின் செறிவு குறைவாக உள்ள நிலையில் அதிக அளவிலுள்ள ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளுடன் ஃபெர்ரஸ் அயனி வினை புரிகின்றது.


$$Fe^{++} + 2\,(OH)^{-} \longrightarrow Fe\,(OH)_2$$

இவ்வாறு உண்டான ஃபெர்ரஸ் ஹைட்ராக்சைடு ஆக்சிகரணமடைந்து துருவாக (rust) மாறுகின்றது.

pHன் மதிப்பு மிக அதிகமாக இருக்கும் பொழுது ஃபெர்ரஸ் ஹைட்ராக்சைடு எளிதில் உண்டாகி, நேர்மின் முனையைப் போர்த்தி விடுவதால் அரிமானத்தின் வேகம் குறைகின்றது.

துத்தநாகம், வீரியமற்ற அமிலங்களாலும் எளிதில் கரைக்கப் படுகின்றது. நொதித்தல் நிகழ்ச்சியில் வெளிவரும் கார்பன்டை ஆக்சைடு நீருடன் கரைந்து கார்பானிக் அமிலம் உண்டாகின்றது. துத்தநாகப் பூச்சுகள், கார்பானிக் அமிலத்தால் அரிமான வினையில் ஈடுபட்டு அழிக்கப்படுகின்றன.

இரும்பு சல்பைடு கனிமம் உள்ள பிரதேசங்களில் பாயும் ஆற்று நீரின் pHமதிப்பு 4லிருந்து 5ஆக இருக்கும்.



$$3FeS_2 + 11O_2 + 4H_2O \longrightarrow 2Fe(OH)SO_4 + FeSO_4 + 3H_2SO_4$$

எனவே, இவ்வகை ஆற்று நீரை எடுத்துச் செல்லும் குழாய்களும், நீர் ஏற்றும் சாதனங்களும் அமிலத்தினுல் பாதிக்கப் படாத உலோகக் கலவையினுல் செய்யப்பட வேண்டும்.

ஆக்சிஜன் செறிவும், அடர்வுசார் மின்கலங்களும்

ஆக்சிஜன் செறிவுக்கும், அரிமான வேகத்திற்குமுள்ள தொடர்பை முன்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ள வரைபடத்தின் மூலம் அறியலாம். ஆக்சிஜன் செறிவு அதிகமாகும் பொழுது அரிமான வேகமும் அதிகமாகின்றது. ஆக்சைடு படலம், பெரும்பாலான உலோகங்களுக்கு எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படுகின்றது எனவே ஆக்சிஜன் செறிவு அதிகமாவதினுல், நேர்மின் முனையாக விளங்கும் உலோகத்திற்கும் ஆக்சிஜன் படலத்திற்குமுள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடு அதிகரித்து அரிமான வேகம் அதிகரிக் கின்றது.

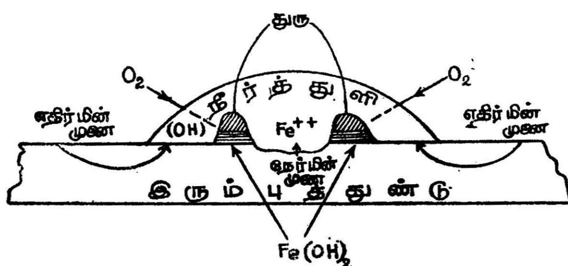
பல மின்கலத்தில் நடைபெறும் மின் வேதி வினைகளால் உலோகத் தகட்டின்மேல் ஹைட்ரஜன் வாயு படிந்து மின் கலத்தின் மின் அழுத்தம் குறைகின்றது. இவ்வாறு படியும் ஹைட்ரஜன் வாயு ஆக்சிஜன் அதிக செறிவுள்ள நிலையில் எளிதில் அகற்றப்படுகின்றது. எனவே, மின்கலத்தின் மின் அழுத்தம் குறைவதில்லை. இதனுலும் நேர்மின் முனையாக விளங்கும் உலோகத் தகடு தொடர்ந்து அரிமானம் அடை கின்றது.

ஒரு உலோகத்தின் இரண்டு தகடுகள், வெவ்வேறு செறி வுள்ள கரைசலில் அமிழ்த்து வைக்கப்பட்டிருந்தால் மின் அழுத்தம் ஏற்படுமென்று அறிந்தோம். இவ்வகை மின்கலங்கள் அடர்வுசார் மின்கலங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. உலோகத்

துடன் தொடர்புள்ள கரைசலில், காற்றேட்ட மாறுபாட்டினுல் ஆக்சிஜன் செறிவு, இடத்திற்கு இடம் மாறுபடக்கூடும். உலோகம் வெவ்வேறு ஆக்சிஜன் செறிவுள்ள கரைசல்களுடன் தொடர்புகொண்டிருப்பதால் ஆக்சிஜன் அடர்வுசார் மின்கலம் உருவாகும். இந்த மின்கலத்தில் உண்டாகும் மின்அழுத்தத்தினுல் உலோகம் அரிமானம் அடைகின்றது. எனவே, பொதுவாக காற்றேட்ட மாறுபாட்டினுல் (differential aeration) உலோகம் அரிமானம் அடையக் கூடுமென அறியலாம்.

ஒரு இரும்புத் தகட்டின்மேல் ஒரு முட்டு மண்ணைச் சில நாட்கள் வைத்திருந்தால், மண்ணுக்கு அடியிலிருக்கும் இரும்புத் தகட்டில் அதிக அளவு துரு உள்ளதைக் காண்கிறேம். இது போன்றே ஒரு உலோகத் தகட்டின்மேல் கம்பிகள் அல்லது பிற பொருள்கள் வைக்கப்பட்டிருந்தால், அவைகள் உலோகத்தைத் தொட்டுக்கொண்டுள்ள பாகம் மட்டும் அரிமானம் அடைகின்றதைக் காண்கிறேம்.

ஓர் இரும்புத் தகட்டின்மேல் நீர் தங்கியிருப்பதாகக் கொள்வோம். நீருள் மூடப்பட்டுள்ள இரும்புத் தகட்டின் மத்திய பாகத்தில் ஆக்சிஜன் செறிவு குறைவாகவும், நீரின் விளிம்பின் அருகிலுள்ள இரும்புத் தகட்டின் பாகத்தில் ஆக்சிஜன் செறிவு அதிகமாகவும் இருக்கும். ஆக்சிஜன் மிகச் சிறிய அளவே நீரில் ஊடுருவிச் செல்லக்கூடியதால் இந்நிலை ஏற்படுகின்றது.



படம் 41.

நீரின் விளிம்பை அடுத்துள்ள இரும்புப் பாகம் எதிர்மின் முனையாகவும், நீரின் மத்திய பாகத்திலுள்ள இரும்பு நேர்மின் முனையாகவும் உள்ள ஒரு ஆக்சிஜன் அடர்வுசார் மின்கலம் உண்டாகின்றது.

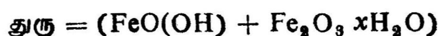
நேர்மின் முனையிலுள்ள ஃபெர்ரஸ் அயனிகள் எதிர்மின் முனையிலிருந்து ஊடுருவி வரும் ஹைட்ராக்சைல் அயனிகளுடன் வினையுற்று, ஃபெர்ரஸ் ஹைட்ராக்சைடு என வீழ்படிவு ஆகின்றன.


$$Fe^{++} + 2(OH)^{-} \rightarrow Fe(OH)_2$$

இவ்வாறு ஏற்படும் வீழ்படிவு சிறிதுசிறிதாக இரும்பு கார ஆக்சைடாக (Basic oxiJe) மாறுகின்றது.


$$4Fe(OH)_2 + O_2 \rightarrow 4FeO(OH) + 2H_2O$$

இரும்பு கார ஆக்சைடு மேலும் ஆக்சீகரணமடைந்து, நீர் மூலக் கூறுகளைப் பெற்றுள்ள ஃபெர்ரிக் ஆக்சைடும், கார ஆக்சைடும் சேர்ந்த கலவையான துருவாக மாறுகின்றது.


$$\text{துரு} = (FeO(OH) + Fe_2O_3\ xH_2O)$$

இவ்வாறு ஏற்படும் துரு, நீரின் விளிம்புப் பாகத்திலிருந்து அதன் நடுப் பாகத்திற்கு ஆக்சிஜனை ஊடுருவிச் செல்ல முடியாமல் தடுக்கின்றது. இதனால் நேர்மின் முனையாக விளங்கும், இரும்புப் பாகம் தொடர்ந்து தீவிரமாக ஆக்சீகரணமடைகின்றது.

உலோகத் துண்டுகளை இணைக்கும்பொழுதும், போல்ட் ஆணிகளைப் பயன்படுத்தும்பொழுதும், பொதுவாக இறுக்கு உலோக வில்லைகளைப் (metal-washer) பயன்படுத்துகிறோம். இறுக்கு உலோக வில்லைகள் உலோகத்துடன் இணைந்துள்ள பாகத்தில் ஆக்சிஜன் ஊடுருவிச் செல்ல முடியாதாகையால், அவ்வில்லைகள் மூடியுள்ள பாகம் நேர்மின் முனையாகவும், அவ்வுலோக வில்லைகளின் விளிம்புகளைத் தொட்டுள்ள உலோகப் பரப்பு எதிர்மின் முனையாகவும் செயல்படுகின்றன. இக்காரணம் பற்றியே இறுக்கு உலோக வில்லையின் கீழுள்ள உலோகப் பாகம் அரிமானம் அடைகின்றது.

பூமிக்கடியில் புதைக்கப்பட்டுள்ள உலோகக் குழாய்கள், வெவ்வேறு ஆக்சிஜன் செறிவுள்ள மண்களில் புதைந்துள்ளதாகக் கொள்ளலாம். ஆக்சிஜன் செறிவு மாற்றத்தினால் உண்டாகும் அடர்வுசார் மின்கலங்களால் உலோகக் குழாய்கள் அரிமானம் அடைகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக, நீரேற்று குழாய்களாகப் பயன்படுத்தப்படும் உலோகக் குழாய்கள், களிமண், மணல், இருமண் போன்ற பலவகை மண் பிரதேசங்கள் வழியாகச் செல்கின்றன. இரு மண் வகையில் ஆக்சிஜன் செறிவு அதிகமாகவும், களி மண்ணில்

ஆக்சிஜன் செறிவு குறைவாகவும் மணலில் ஆக்சிஜன் செறிவு மிக அதிகமாகவும் இருக்கும். இக்காரணத்தால் உலோகக் குழாயின் மேற்பரப்பு, ஆக்சிஜன் அடர்வுசார் மின்கலத்தின் நேர் மின் முனையாகவும், எதிர்மின் முனையாகவும் செயல்படுகின்றது நேர்மின் முனையாக செயல்படும் உலோகப்பரப்பு அரிமானம் அடைகின்றது.

ஒரு உலோகம் அதன் அயனிகளின் வெவ்வேறு செறிவுள்ள கரைசல்களுடன் தொடர்புகொண்டிருப்பின் அடர்வுசார் மின் கலம் உருவாகும். அப்பொழுது நேர்மின் முனையாகச் செயல் படும் உலோகப் பரப்பு அரிமானம் அடைகின்றது. மண்ணுக்குள் புதைக்கப்பட்டுள்ள நீரூற்று குழாயில் ஏற்படும் நீர்க் கசிவினால், குழாய்க்குச் சுற்றுபுறமுள்ள உலோக உப்புக்கள் கரைக்கப்பட்டு ஒரு மின்பகுப் பொருளின் கரைசல் ஏற்படக்கூடும். இக்கரைசல் குழாயை அடுத்துள்ள தளர்வான மண் (loose soil) பாகங் களிடையே ஊடுருவி, குழாயின் வெளிப் பரப்புக்குச் சமீப மாகவே வெகு தூரம் செல்லக்கூடும். உலோக அயனிகளுள்ள கரைசல்களின் செறிவு மாறுபாட்டினால், அடர்வுசார் மின்கலம் தோன்றுகின்றது. உலோகக் குழாயில் நேர்மின் முனையாகச் செயல்படும் பரப்பு அரிமானத்துக்கு உள்ளாகின்றது. இவ்வாறு நீர்க்கசிவு ஏற்பட்ட இடத்திலிருந்து வெகு தூரத்திலுள்ள உலோகக் குழாயும் அரிமானம் அடைகின்றது.

ஊடகத்தின் வெப்ப நிலை (Temperature of the Medium)

பொதுவாக வேதி வினைகளின் வேகம், வெப்ப நிலை அதிகரித் தலுக்கு நேர் விகிதத்தில் அமைகின்றது, இந்த உண்மை, மின் வேதி வினைகளுக்கும் பொருந்தும்.

வெப்பநிலை அதிகரிப்பினால் அயனிகளின் வேகம் அதிகரிக் கின்றது. இக் காரணத்தால் உலோகங்களின் நியம மின் அழுத்தங்களும், அரிமான மின் ஓட்டமும் (Corrosion current) அதிகரிக்கின்றன. நேர்மின் முனையாகச் செயல்படும் உலோகப் பரப்பு எளிதில் அரிமானம் அடைகின்றது.

கொதி கலன்களில் காணப்படும் காரப் பொடியாகுதல் உயர்ந்த வெப்பநிலையில் எளிதில் நடைபெறுகின்றது. இக் காரணத்தினால்தான் அதிக அழுத்தத்தில் செயல்படும் கொதி கலன்களில் காரப்பொடியாகுதல் அதிக அளவில் காணப் படுகின்றது.

சாதாரண வெப்பநிலையில் செயலற்ற நிலையிலுள்ள (Passive state) உலோகங்கள், வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்பொழுது கிளர்வு பெற்ற நிலையை (active state) அடைகின்றன. உலோகத்தை ஒட்டியுள்ள அரிமானத்தைத் தடுக்கும் படலம், அதிக வெப்ப நிலையில் சுற்றுப்புறத்திலுள்ள நீர்மத்தினுல் கரைக்கப்படுகின்றது. இக்காரணத்தாலும், உலோகப் பொருள்கள் அதிக வெப்ப நிலையில் அரிமானம் அடைகின்றன.

ஊடகத்தின் மின் கடத்துத் திறன் (Conductivity of the Medium)

மின்னேட்டத்தின் திறன், ஊடகத்தின் மின்கடத்துத் திறனைப் பொறுத்துள்ளதால், மின்வேதி வினையால் ஏற்படும் அரிமானத்தின் வேகமும், ஊடகத்தின் மின்கடத்துத் திறனுக்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும்.

மண்ணுக்குள் புதைந்துள்ள குழாய் அமைப்புகள் அடையும் அரிமானம், இவற்றைச் சூழ்ந்துள்ள மண் வகையின் மின் கடத்துத் திறனைப் பொருத்திருக்கின்றது. உலர்ந்த மண் மின் கடத்துவதில்லை. ஈரமுள்ள மணல் சிறிதளவு மின் கடத்தும் திறன் பெற்றுள்ளது. ஈரமுள்ள இருமண், களிமண் போன்றவை மின்கடத்தும் திறனைப் பெற்றுள்ளன. உலோகக் கனிமப் பொருள்களுள்ள மண் வகைகள் அதிக அளவில் மின்கடத்தும் திறனைப் பெற்றுள்ளன. உலோக அமைப்புகளைச் சூழ்ந்துள்ள மண் வகைகளில், மின் உற்பத்தி செய்யும் இடங்களிலிருந்து எடுத்துச் செல்லப்படும் மின்சாரம் கசிவதனுல் ஏற்படக்கூடிய மின்னேட்டத்தினுலும், உலோக அமைப்புகள் அரிமானம் அடைகின்றன. இவ்வகை அரிமானம், சாதனங்களைச் சூழ்ந்துள்ள மண்ணின் மின்கடத்துத் திறனுக்கும், மின்கசிவினுல் ஏற்படக்கூடிய மின்னேட்டத் திறனுக்கும் நேர்விகிதத்தில் அமையும்.

கடல்நீர் மிக்க மின்கடத்துத் திறனைப் பெற்றுள்ளது. கடல் நீர் சூழ்ந்துள்ள கப்பல்களின் அடித்தளம் கடல் நீருக்கு அடியிலுள்ள தந்திக்கம்பிகள், கடல்நீரைப் பயன்படுத்தும் தொழிற்சாலைகளிலுள்ள பல சாதனங்கள் எளிதில் அரிமானம் அடைகின்றன.

ஊடகத்திலுள்ள நேர்மின் அயனி, எதிர்மின் அயனி இவற்றின் தன்மைகள்.

நேர்மின் முனையாகச் செயல்படும் உலோகத்தின் அரிமான வேகம், அதன்மேல் படியும் உப்பின் தன்மைகளைப் பொருத்திருக்கும். எனவே, ஊடகத்திலுள்ள நேர்மின் அயனிகளின்

தன்மைகளுக்கும், அரிமானத்தின் வேகத்திற்கும் நேர் தொடர்பு இருக்கவேண்டுமென்றுகிறது.

குளோரைடு அயனி, உலோகப் பரப்பின்மேல் படியும், மென்படலத்தைத் தாக்கி, செயலற்ற நிலையிலிருந்த உலோகத்தைக் கிளர்வுபெற்ற நிலைக்குக் கொண்டு வருகின்றது. பெரும்பாலான உலோக குளோரைடுகள் நீரில் கரைவதால், புதிய உலோகப் பரப்பு மின்வேதி வினைக்குட்பட்டு அரிமானம் அடைகின்றது.

இதற்கு மாறாகச் சில சமயங்களில் நேர்மின் அயனிகள் அரிமான வேகத்தைக் குறைக்கவும் செய்கின்றன. சோடியம் சிலிகேட் சிறிதளவு கலக்கப்பட்ட நீர்மத்தில் அமிழ்த்தப்படும் உலோகம் அரிமானம் அடைவதில்லை. இக் கரைசலிலுள்ள சிலிகேட் (நேர்மின் அயனி) உலோகப் பரப்பின்மேல் படிந்து, சிலிகா கட்டிக் கூழ் (silica gel) என்றழைக்கப்படும் ஒரு அரிமானத் தடுப்புப் படலத்தை உலோகப் பரப்பின்மேல் ஏற்படுத்துவதே இதற்குக் காரணமாக உள்ளது.

காரீயம், நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் அமிழ்த்தப்படும் பொழுது ஆரம்பத்தில் காரீயத் தகடு சிறிது அரிமானம் அடைகின்றது. பின் அரிமானம் நின்றுவிடுகின்றது. சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்திலுள்ள சல்ஃபேட் நேர்மின் அயனிகள் காரீயத் தகட்டின்மேல் படிந்து, ஒரு மெல்லிய, தொடர்ச்சியான அரிமானத் தடுப்புப் படலத்தை உருவாக்குகின்றன.

எதிர்மின் அயனிகளின் தன்மைகளுக்கேற்பவும், அரிமான வேகம் மாறுகின்றது.

மிகச் சிறிய அளவில் காப்பர் அயனிகள் உள்ள நீர்மத்திலுள்ள இரும்பு வேகமாக அரிமானம் அடைகின்றது. இரும்பின் மேல் காப்பர் படிந்து, இரும்பு, காப்பர் இரட்டை ஏற்படுகின்றது. இந்த இரட்டை ஒரு சிறிய கால்வனிக் மின்கலமாகத் திகழ்கின்றது. நேர்மின் முனையாகத் திகழும் இரும்பு அரிமானம் அடைகின்றது. இதே வழிமுறைப்படி, வெள்ளி, தங்கம் அயனிகள் மிகச் சிறிய அளவிலுள்ள நீர்மக் கரைசல்களுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள இரும்பும் அரிமானம் அடைகின்றது.

இரும்பு, அம்மோனியம் அயனிகள் உள்ள கரைசலில் அதிவேகமாக அரிமானம் அடைகின்றது.

அரிமானம் தடுக்கும் பொருள்கள் (Inhibitors)

அரிமானம் தடுக்கும் பொருள்கள், உலோகம் இருக்கும் ஊடகத்தில் இருக்குமானால், அரிமானம் மிகவும் குறையும். இவ்வகைப் பொருள்கள் வினை வேகமாற்றிற்கு நேர் எதிர் முறையில் செயல்படுவதாகக் கொள்ளலாம். அரிமானம் தடுக்கும் பொருள்கள் கனிமப் பொருள்களாகவோ, அல்லது கரிமப் பொருள்களாகவோ இருக்கலாம்.

கனிமப் பொருள்கள்

பொதுவாக, சிலிகேட், குரோமேட், பாஸ்ஃபேட், போரேட் போன்ற உப்புகள் அரிமான வேகத்தைக் குறைக்கப் பயன்படுகின்றன, இந்த உப்புகளின் நேர்மின் முனையாக விளங்கும் உறுப்பு உலோகத்தின்மேல், ஒரு தொடர்ச்சியான, கரையாத மென்படலத்தை ஏற்படுத்துகின்றது. இதனால் உலோகப் பரப்பிற்கும், அரிமான ஊடகத்திற்குமுள்ள தொடர்பு அற்றுப் போகிறது.

உலோகத்தின்மேல், தொடர்ச்சியான மின் படலம் தோன்றுவதற்குத் தேவையான அளவு அரிமானம் தடுக்கும் பொருள் ஊடகத்தில் கலக்கப்படவேண்டும். இவ்வாறு இல்லாவிடில், படலம் தொடர்ச்சியாக இல்லாமல் உலோகப் பரப்பில் இங்கும் அங்கும் சில பாகங்கள் மென்படலத்தால் மூடப்படாமலிருக்கும். இந்தப் பாகங்களில் மின் அடர்த்தி அதிக அளவில் இருக்கும். படலம் இல்லாத இடங்கள் இக் காரணத்தால் அதிக அளவில் அரிமானத்துக்குள்ளாகி பள்ளங்கள் (pits) விழுகின்றன.

குரோமேட் போன்ற ஆக்சீகரண உறுப்புகளை அரிமானம் தடுக்கும் பொருள்களாகப் பயன்படுத்தும்பொழுது மிக்க கவனம் செலுத்தப்படவேண்டும். ஹைட்ரஜன் தளவிளைவினால் (hydrogen polarisation) உண்டாகக்கூடிய மின் அழுத்தக் குறைவு, ஆக்சீகரண உறுப்புகளால் நீக்கப்படுகின்றது. இதனால் மின்னோட்ட வேகம் அதிகமாகி, உலோகப் பொருள் அரிமானம் அடையும். எனவே, ஹைட்ரஜன் தளவிளைவு இல்லாத சூழ்நிலையில்தான் குரோமேட்டை அரிமானத் தடுப்புப் பொருளாகப் பயன்படுத்தலாம்.

சோடியம் சிலிகேட் சிறந்த அரிமானத் தடுப்புப் பொருளாகச் செயல்படுகின்றது. இதற்கு ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாக, ஆண்டைல்ஸ் தீவுகளிலுள்ள மிகப்பெரிய எண்ணெய் சுத்திகரிப்புத் தொழிற்சாலையில் சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நிகழ்ந்த நிகழ்ச்சி

யைக் கூறலாம். இந்த எண்ணெய் சுத்திகரிப்புத் தொழிற்சாலையில், தினமும் 1000 மிலியன் லிட்டர் கடல்நீர் சுமார் 10 மைல் நீள முள்ள குழாய்களின்மூலம், இயந்திரங்களின் வெப்பத்தைத் தணிப்பதற்காக எடுத்துச் செல்லப்பட்டது. கடல் நீரின் அரிமான சக்தியால் குழாய்களில் பல இடங்கள் அரிமானத்திற்கு உட்பட்டுக் கசிவுகள் ஏற்பட்டன. எனவே, 10 மைல் அளவுக்கு நீளமுள்ள குழாய்களைச் சுமார் 8 கோடி ரூபாய் செலவில் மாற்று வதற்கான ஏற்பாடுகளாயிற்று. அரிமானம் தடுக்கும் பொருள் களைப் பற்றி அறிந்திருந்த ஒரு பொறியாளர், குழாய்களுக்குள் செலுத்தப்படும் கடல் நீரில் மிகச் சிறிய அளவு சோடியம் சிலிகேட் கலப்பதால் அரிமானத்தை வெகுவாகக் குறைக்கமுடியு மென்றும், அதே குழாய்களை இன்னும் சில ஆண்டுகள் பயன் படுத்தலாம் எனவும் கூறினர். அவருடைய கருத்துக்கிணங்க சோடியம் சிலிகேட் (10 p.p.m), குழாய்களுள் செலுத்தப்படும் கடல் நீருடன் கலக்கப்பட்டது. இதனுல் தொடர்ந்து அரிமானம் நிகழ்வது நின்றுவிட்டது.

சுமார் நான்கு ஆண்டுகளுக்குப் பின்தான் இரும்புக் குழாய்கள், சிமெண்டுக் குழாய்களால் மாற்றப்பட்டன.

சோடியம் நைட்ரேட், சோடியம் பாஸ்ஃபேட் போன்ற கரிமச் சேர்மங்களும், அரிமானம் தடுக்கும் பொருள்களாகச் செயல்படு கின்றன. எஃகுத் தகடுகளினுல் செய்யப்பட்ட இரும்புத் தொட்டி களும் குழாய்களும் இவ்வகைப் பொருட்களினுல் அரிமானம் அடையாமல் நீண்ட நாட்கள் உழைக்கின்றன.

கார்பன் டை ஆக்சைடு கரைந்துள்ள நீரில் அல்லது தற்கால வன்னீரில், கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு கலக்கப்படுமானுல், அவ் வகை நீருடன் தொடர்புள்ள உலோகப் பொருள்கள் அரிமானம் அடைவதில்லை. கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடுடன், நீரிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடு வினையுற்று கால்சியம் கார்பனேட் உண்டாகின்றது.



$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$$

இவ்வாறு உண்டாகும் கால்சியம் கார்பனேட் மிகச் சிறிய இம்மிகளாகக், சூழ்நிலையில் இருக்கின்றது. இந்தக் சூழ்நிலையில் உள்ள இம்மிகள் நேர் மின் சுமைகளைப் பெற்றிருத்தலால், எதிர் மின் முனையாகச் செயல்படும் உலோகத்தின்மேல் படிகின்றன. கால்சியம் கார்பனேட் ஒரு அரிதில் கடத்தியாகையால் மின்

ஓட்டம் மிகவும் தடைபடுகின்றது. இதனால் நேர்மின் முனையில் ஏற்படும் அரிமானம் வெகுவாகக் குறைகின்றது.

கரிமப் பொருள்கள்

கரிமப் பொருள்கள் அயனிகளாக இருப்பதில்லை. கரிமப் பொருள்களின் மூலக் கூறுகள் முனைவுத் தொகுதிகளைப் (Polar groups) பெற்றிருப்பின், முனைவு முனைகள் உலோகத்தின் மேற் பரப்பினால் ஈர்க்கப்படுகின்றன. இக் கரிம மூலக்கூறுகள் உலோகப் பரப்பின்மேற் பரப்புக் கவர்ச்சியினால் (absorption) படிகின்றன. இதனால் கரிக மூலக் கூறின் மற்ற பாகம், உலோகப் பரப்புக்குச் செங்குத்தான நிலையில் இருக்கின்றது. இவ்வாறு தொடர்ச்சியாக கரிம மூலக் கூறுகள் உலோகப் பரப்பில் படிந்து, ஒரு மென்படலம் உண்டாகிறது. இவ்வாறு உண்டாகும் படலம், அயனிகளாக முடியாத மின் பகாப் பொருளால் அமைவதால், மின்னோட்டம் வெகுவாகக் குறைந்து, அரிமானம் தடுக்கப்படு கின்றது.

அமீன், பிரடீன், குனிலீன் போன்ற கரிம காரப் பொருள்கள், நேர்மின் சுமைகளைத் தாங்கிய அயனிகளாகக் கரைசல்களில் செயல்படுகின்றன. இந்த அயனிகள், எதிர்மின் முனையின் பரப்பில் படிந்து, மின்னோட்டத்தை வெகுவாகக் குறைக்கின்றன. இதனால் அரிமானம் குறைகின்றது. இந்த மூலக் கூறுகளில் ஆல்கைல் தொகுதி அதிக நீளமாக இருப்பின் எதிர்மின் முனையில் உண்டாகும் மின்படலத்தின் குறுக்களவும் அதிகமாகும். மின் கடத்தாத படலத்தின் தடிப்பு அதிகமாக அதிகமாக, மின்னோட்டம் வெகுவாகக் குறைந்து, அரிமான வேகமும் அதிகவேகமாகக் குறைகின்றது.

கரிமப் பொருளின் மூலக்கூறு வாய்பாடு	அரிமான வேகம்
$C_2H_5NH_2$	878
$C_4H_9NH_2$	630
$C_6H_{13}NH_2$	310
$C_{10}H_{21}NH_2$	28

அமீன் மூலக்கூறில் நைட்ரஜன் அணு எதிர்மின் சுமையைத் தாங்கியுள்ளது. நைட்ரஜனுடன் ஒரு ஆல்கைல் தொகுதிக்குப் பதிலாக பல ஆல்கைல் தொகுதிகள் இணைந்திருப்பின், உலோகப் பரப்பின்மேல் இடை வெளியின்றி மிகத் தொடர்ச்சியான, கடின படலம் தோன்றக்கூடிய சூழ்நிலை உண்டாகிறது. எனவே, டை அமீன்களும், டிரை அமீன்களும் சிறந்த அரிமானத் தடுப்புப் பொருள்களாகச் செயல்படுகின்றன.

அமீன் மூலக் கூறுகளின் வாய்பாடு	அரிமான வேகம்
$C_4H_9NH_2$	630
$(C_4H_9)_2NH$	210
$(C_4H_9)_3N$	40

வேறு சில கரிம, அரிமானத் தடுப்புப் பொருள்களில் சல்ஃபைடு, ஆல்கஹால், ஹைட்ரோ சல்ஃபைடு தொகுதிகள் உள்ளன. இத்தொகுதிகள் எதிர்மின் சுமைகளைத் தாங்கியுள்ள தால் நேர்மின் முனையாகச் செயல்படும் உலோகப் பரப்பில் படிந்து, மின்னோட்டத்தை வெகுவாகக் குறைக்கின்றன. இவற்றில் சில ஆக்சைடு, படலம் உண்டாகாமல் தடுத்தும் அரிமானத்தைக் குறைக்கின்றன.

வாயு நிலைப் பொருள்கள் (Vapour phase inhibitors)

அரிமானத்தைத் தடுக்கும் வாயுநிலைப் பொருள்கள் (Vapour phase inhibitors) எளிதில் ஆவியாகி, உலோகப் பரப்பில் படிந்து அரிமானத்தைத் தடுக்கின்றன. இவற்றைச் சுருக்கமாக V.P.I. எனத் தொழிற் துறையில் கூறுவதுண்டு.

புதிதாக அமைக்கப்பட்ட இயந்திரங்களின் உலோக பாகங்கள் அரிமானம் அடையாமலிருக்க,கரிம எண்ணெய் அல்லது பெட்ரோலியத்திலிருந்து கிடைக்கும் கிரீஸ் என்ற பொருளை உலோகப் பாகங்களின் மேல் தடவி வைப்பது தொன்றுதொட்டு கடைபிடிக்கும் வழக்கமாகும். ஆனால், தற்காலத்தில், உலோகப் பரப்புகளை V.P.I களைக் கொண்டு அரிமானத்திலிருந்து பாதுகாக் காக்கின்றனர். அகதக இன்ஜின்களின் உட் பாகம் அரிமானம் அடையாமலிருக்க சிறிதளவு V.P.I. பொருளை, மின் பொறிசாதனம்

(spark plug) வைக்கப்படும் சாதனத்தின் வழியே செலுத்தி, சிறிது நேரம் அகதக இன்ஜினை வேலை செய்யும்படிச் செய்கின்றனர். இதனால் V.P.I. ஆவியாகி இன்ஜினின் வெளிப் புறத்தை V.P.I. படிந்துள்ள மெல்லிய பிளாஸ்டிக் தாள்களால் போர்த்தி, உலோக அரிமானத்தைத் தடுக்கின்றனர்.

டைசைக்லோ ஹைக்சைல் அம்மோனியம் நைட்ரேட்டும் (Dicyclo hexyl ammonium nitrate), சைக்லோ ஹைக்சைல் அமீன் கார்பனேட்டும் (cyclo hexyl amine carbonate) சிறந்த V.P.I. களாகக் தொழிற்துறையில் பயன்படுகின்றன. இரும்புக்கு இவை சிறந்த அரிமானத் தடுப்புகளாக விளங்குகின்றன. காப்பர் உலோகத்தின்இவ்வகை அம்மோனியான் பொருள்கள் அரிமானத்தைத் தடுப்பதற்குப் பதிலாக அரிமானத்தை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. ஈரத்தின் முன்னிலையில் இவைகள் காப்பர் அம்மோனியம் அணைவுப் பொருள்களாக மாறுவதே இவைகளின் திறமையின்மைக்குக் காரணமாகும்

ஆக்டாடெக்கெல் அமீன் (Octadecyl amine) ஹெக்சாடெக்கெல் அமீன் (Hexa decyl amine) போன்ற பொருள்களும் அரிமானத் தடுப்பு பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. ஆனால், இவை உண்மையில் V.P I. பிரிவைச் சேர்ந்தவைகளாகக் கருதப்படுவதில்லை. இப்பொருள்களைப் பூசப்பட்ட உலோகப் பரப்புகள், நீரை வெறுக்கும் (water repellent) தன்மைகளைப் பெற்றுள்ளன. அரிமான வினைக்கு வேக மாற்றியாகச் செயல்படும் நீர், உலோகப் பரப்பின்மேல் வராமல் தடுக்கப்படுவதால் இவைகள் அரிமானத் தடுப்புப் பொருள்களாக விளங்குகின்றன.

அரிமானத்தைக் கட்டுப்படுத்தல்

அரிமானத்திற்கான காரணங்களையும், அரிமானம் எவ்வகையான சூழ்நிலையில் அதிகவேகமாக நடைபெறுகின்றதென்பதையும் அறிந்தோம். அரிமானத்திற்கான காரணங்களை நீக்குவதன் மூலமும், அரிமான வேகம் அதிக அளவில் ஏற்படக்கூடிய சூழ்நிலைகளைத் தவிர்ப்பதனாலும், அரிமானத்தைக் கட்டுப்படுத்த முடியும்.

ஓர் இயந்திரம் அல்லது சாதனத்தை அமைக்கத் தேவைப்படும் உலோகத்தை தேர்ந்தெடுக்கும்பொழுது, உலோகத்தின் விலையுடன், அதன் வேதிப் பண்புகளைப்பற்றியும் அறிந்திருத்தல் வேண்டும். அந்த உலோகத்திலிருந்து செய்யப்படும் சாதனம், பயன்படும்பொழுது அதனைச் சூழ்ந்துள்ள பொருள்களைப்

பற்றியும், அவற்றினுல் ஏற்படக்கூடிய விளைவுகளைப் பற்றியும் அறிந்திருக்கவேண்டும்.

அரிமான வேகத்தைக் குறைக்க, சாதனம் அமைக்கும் பொழுது உலோகத்தில் ஏற்படக்கூடிய தகைவுகள் நீக்கப்பட வேண்டும். உலோகத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்தி, பின்பு மெல்லக் கட்டுப்படுத்தி ஆற்றுதல் (annealing) மூலம் உலோகத்திலுள்ள தகைவுகளை நீக்கலாம்.

உலோகம் வீரியமுடையதாக இருப்பின், வீரியமற்ற மற்ெருரு உலோகத்தினுல் வீரியமுள்ள உலோகப் பரப்பைப் போர்த்துவதன்மூலம், அரிமானத்தைத் தவிர்க்கலாம். இவ்வாறு உலோகப் பூச்சுகளைப் பயன்படுத்தும்பொழுது, இரு உலோகங்களும் கால்வனிக் கோவையிலுள்ள இடங்களைப் பற்றியும், அதனுல் ஏற்படக்கூடிய விளைவுகளைப் பற்றியும் நன்கு அறிந்திருத்தல் வேண்டும்.

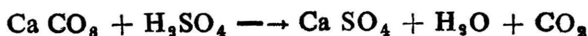
சாதனத்தில் இரண்டு உலோகங்கள் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டிருக்க நேரிட்டால், அவற்றின் நியம மின்அழுத்தங்கள் ஏறத்தாழ சமமாக இருப்பின், மின்வேதி வினையால் ஏற்படும் அரிமானம் வெகுவாகக் குறையும். இரண்டு உலோகங்களும் வெவ்வேறு மின்முனைகளாகச் செயல்படக்கூடிய சூழ்நிலையில் இருக்குமானுல், எதிர்மின் முனையாக விளங்கக்கூடிய உலோகத்தின் பரப்பு, நேர் மின் முனையாக விளங்கும் உலோகத்தின் பரப்பைவிடக் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும். இரண்டு உலோகப் பரப்புகளிலும், அரிமானத்தைத் தடுக்கக்கூடிய மெல்லிய படலங்களை உருவாக்கினுல், அரிமானம் வெகுவாகக் குறையும்.

உலோகப் பொருள்களைச் சூழ்ந்துள்ள மண்டலத்தில், ஈரம் மிகக் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும். உலோகப் பொருள்களைச் சேமித்து வைக்கும்பொழுது, அவற்றை ஈரம் எளிதில் உள்புகாத பிளாஸ்டிக் பைகளில் வைத்திருத்தல் வேண்டும். ஈரமோ அல்லது உலோகப் பொருளைச் சுற்றி ஒரு மின்பகு பொருளின் கரைசலோ இருக்கும்படி நேர்ந்தால், அரிமானத்தைத் தடுக்கும் பொருள்களை (inhibitors) ஊடகத்தில் கலக்கவேண்டும்.

ஊடகத்தின் அமிலத் தன்மையை அல்லது காரத் தன்மையைக் கட்டுப்படுத்தவேண்டும். ஒவ்வொரு உலோகமும் ஒரு குறிப்பிட்ட ஹைட்ரஜன் அயனியின் செறிவில்தான் அதிக

அளவில் அரிமானம் அடைகின்றது. ஊடகத்தின் pH மதிப்பும், உலோகம் அரிமானம் அடையக்கூடிய pH மதிப்பும் தெரியுமானல், சூழ்நிலேயின் pH மதிப்பைக் கட்டுப்படுத்தி அரிமானத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

சுண்ணும்புக் கல்லே ($CaCO_3$) உலோகத்தைச் சூழ்ந்துள்ள நீர்மத்துடன் கலப்பதன்மூலம் அமிலத் தன்மையைக் குறைக்கலாம். சுண்ணும்புக் கல்லே சல்ஃப்யூரிக் அமிலச் சூழ்நிலேயில் பயன்படுத்தமுடியாது. சுண்ணும்புக் கல் நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் விஜனயுற அதில் கிடைக்கும் எளிதில் கரையாத கால்சியம் சல்ஃபேட் சுண்ணும்புக் கல்லேச் சுற்றி ஒரு போர்வையாக அமைகின்றது.



$$CaCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$$

இதனுல் கால்சியம் கார்பனேட், தொடர்ந்து சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தை நடுநிலேயாக்கப் பயன்படுவதில்லே. இந்நிலேயில் சலவைச் சோடா என்றழைக்கப்படும் சோடியம் கார்பனேட்டை, அமிலத்தை நடுநிலேயாக்கப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

சூழ்நிலேயின் pH மதிப்பை மாற்றமுடியாத நிலேயிருக்குமானுல் உலோகத்தின்மேல், அந்தச் சூழ்நிலேயில் விஜனயுருத உலோகத்தைப் பூசுவதன்மூலம் அரிமான வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

சாதனங்களே அவைகளில் இடுக்குகள் அதிகமில்லாமலும், தடுப்புகள் அதிகமில்லாமலும் இருக்கும்படி அமைக்கவேண்டும். இதனுல் நீர் தேங்கி நிற்கக்கூடிய சூழ்நிலேயையும், மாசுப் பொருள்கள் தங்கக்கூடிய சூழ்நிலேயையும் தவிர்க்கலாம். இவ்விதமாக அடர்வுசார் மின்கலங்கள் உருவாகுவதும், மாசுக்கள் எதிர்மின் முனேகளாகச் செயல்படுவதும் தவிர்க்கப்படுவதால், உலோக அரிமானத்தை வெகுவாகக் கட்டுப்படுத்தமுடியும்.

மின்வேதி விஜனகளால், உலோகப் பரப்பு அரிமானம் அடையும் சூழ்நிலேகளேத் தவிர்க்கவோ, அல்லது மாற்றி அமைக்கவோ முடியாவிடில், அரிமானத்தைத் தடுக்க இரண்டு வழிகளேப் பின்பற்றலாம்; அவைகளாவன : (1) நேர்முனேயை அர்ப்பணித்தல் (2) மின்னேட்டத் திசையை மாற்றி அமைத்தல்.

நேர்மின்முனேயை அர்ப்பணித்தல்

அரிமானத்திற்கு உட்படக்கூடிய உலோகத்துடன், கால்வனிக் கோவையில் அதற்கு மேலிடத்திலுள்ள உலோகத்தை

இணைத்தால், குறிப்பிட்ட உலோகம் எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படும். புதிதாக இணைக்கப்பட்ட உலோகம் நேர்மின் முனையாகச் செயல்பட்டு, அரிமானத்திற்கு உட்படும். எதிர்மின் முனையாக விளங்கும் உலோகம் அரிமானத்திலிருந்து காக்கப்படுகின்றது. இம் முறைக்கு நேர்மின் முனையை அர்ப்பணித்தல் என்று பெயர்.

கப்பல்களின் அடிப்பாகம் சாதாரணமாக எஃகுத் தகட்டினுல் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இதனுடன் ஆங்காங்கே சிறு மக்னீசியம் துண்டுகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மக்னீசியம் கால்வனிக் கோவையில் மிகுந்த மேலிடத்திலிருப்பதால், மக்னீசியம், இரும்பு இரட்டையில், மக்னீசியம் நேர்மின் முனையாகச் செயல்படுகின்றது. இரும்பு எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படுகின்றது. மக்னீசியம் அதிக அரிமானத்திற்கு உட்பட்டு, இரும்புத் தகடுகள் அரிமானத்திலிருந்து காக்கப்படுகின்றன.

மக்னீசியம் அல்லது துத்தநாகத்தால் ஆன உலோகத் தண்டுகள், இரும்புத் தகட்டினுலான கொதிகலன்களுடன் இணைக்கப்படுகின்றன. இரும்பு எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படுகின்றது. நேர்மின் முனையாகச் செயல்படும், மக்னீசியம் உலோகத் தண்டு அல்லது துத்தநாக உலோகத் தண்டு அதிக அளவில் அரிமானம் அடைகின்றது. இவ்வாறு சில உலோகத் தண்டுகளை அர்ப்பணித்து, கொதிகலன்கள் அரிமானத்திலிருந்து தவிர்க்கப்படுகின்றன.

மின்னேட்டத் திசையை மாற்றுதல்

நேர்மின் முனையாகச் செயல்படும் உலோகத்துடன், அந்த மின்முனையில் உண்டாகும் மின் அழுத்தத்தைவிட அதிக மின் அழுத்தமுள்ள நேர்மின் முனையைப் பெற்றுள்ள மின்கலத்துடன் இணைக்கின்றனர். இவ்வாறு இணைப்பதால், நேர்மின் முனையாகச் செயல்பட்ட உலோக மின்முனை, வெளி மின்னேட்டத்தின் மின் அழுத்தத்தினுல் எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படுகின்றது. உலோகம் அரிமானம் அடைவதிலிருந்து தவிர்க்கப்படுகின்றது.

இம் முறையைப் பின்பற்றி மண்ணுக்குள் புதைக்கப்பட்டுள்ள நீரேற்றுக் குழாய்கள் அரிமானம் அடையாமல் காப்பாற்றப்படுகின்றன. ஒரு கிலோ மீட்டருக்கு ஒரு இடத்தில் இரும்பு நீரேற்றுக் குழாய்களுடன் சுமார் 0·1 ஆம்பியர் மின் திறனுள்ள மின்கலங் களுடன் இணைத்து இரும்புக் குழாய்களை நேர் மின் முனைகளாக செயல்படும்படிச்செய்கின்றனர்.

எஃகினால் ஆன கப்பலின் உடற் பகுதியை ஆங்காங்கே காலமல் மின்முனையுடன் (—·78V) இணைத்து, அரிமானத்தி லிருந்து காப்பாற்றுகின்றனர்.

நேர்மின்முனையை அர்ப்பணித்தலும், மின்னோட்டத்திசையை மாற்றுதலும் எளிய முறைகளாகும். இவற்றிற்கான செலவும் மிகக் குறைவாகும். நேர்மின் முனையை அர்ப்பணித்தல் முறையில், மேல் பார்வை அவசியமில்லை. மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றுதல் முறையில், மின் அழுத்தம், மின் திறன் இவற்றைப் பற்றிய அறிவு மிக அவசியமாகின்றது. மேலும், மின் கலங்கள் தகுந்த மேற்பார்வையின்கீழ் நன்கு பராமரிக்கப்பட வேண்டும்.

பூச்சுகள்

உலோகம் அரிமானம் அடைவதைத் தடுக்க அதன்மேல் அரிமானத்தைத் தடுக்கக்கூடிய பூச்சுகள் பூசுவது ஓர் எளிய முறையாகும். இவ் வகைப் பூச்சுகளை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்; அவைகள் (1) கனிமப் பூச்சுகள் (2) கரிமப் பூச்சுகள் ஆகும். இரு வகைகளிலும் பயன்படும் பூச்சுகள் ஒரு மெல்லிய படலம்போல் அமைந்து, உலோகப் பரப்பு அதன் சுற்றுப்புறத்துடன் கொண்டுள்ள தொடர்பைத் துண்டிக்கின்றன.

5. கனிமப் பூச்சுகள்

(INORGANIC COATINGS)

உலோகப் பரப்பை சுத்தம் செய்தல்—வெப்பம் தோய்த்தல் — மின்முலாம் பூசுதல் — தெளித்தல் — உலோகத் தகட்டால் போர்த்துதல்—உலோகத் துகள்களை ஊடுருவச் செய்தல்—மின் முனைக்கவர்ச்சி முறை—வெற்றிடத்தில் ஆவியாக்கிப் படியவைத்தல் —சில முக்கிய உலோகப் பூச்சுகள் — சேர்மப் பூச்சுகள் — கண்ணாடிபோன்ற பொருளின் பூச்சு— நேர்முனையாக்கல்—உலோகப் பரப்பை சேர்மமாக்கல் முறை.

கனிமப் பூச்சுகள் (Inorganic Coatings)

உலோகம் அரிமானம் அடையாமல் இருப்பதற்காக, அதன் மேல் மெல்லிய படலமாக அமையும் பூச்சு பூசப்படுகின்றது. இப் பூச்சு கனிமப்பொருளாகவோ, அல்லது கரிமப் பொருளாகவோ இருக்கமுடியும். கனிமப்பொருளாக இருப்பின், அது ஒரு உலோகமாகவோ அல்லது சேர்மமாகவோ இருக்கலாம். பூச்சு எவ்வகையாக இருப்பினும், உலோகப் பரப்பை முதலில் நன்கு சுத்தம் செய்யவேண்டும்.

உலோகப் பரப்பை சுத்தம் செய்தல்

உலோகப் பரப்பில் எண்ணெய்ப் பொருள்கள் ஒட்டிக் கொண்டிருந்தால், பூச்சுகள் நன்கு உலோகத்தின்மேல் படியாது. கார்பன்டெட்ரா குளோரைடு, குளோரஃபாரம் போன்ற கரிமச் சேர்மங்களில் எண்ணெய்ப் பொருள்கள் எளிதில் கரையக் கூடியவை. எனவே, இவ்வகைக் கரைப்பான்களைக் கொண்டு, உலோகப் பரப்பின்மேலுள்ள எண்ணெய்ப் பொருள்கள் நீக்கப் படவேண்டும். தவிர எண்ணெப் பொருள்கள், சவுக்காரத்துடன்

(soap) வினையுற்று உலோகப் பரப்பிலிருந்து விடுபடுகின்றன. எனவே, உலோகப் பரப்பை சவுக்காரம் அல்லது சலவைச் சோடா என்று அழைக்கப்படும் சோடியம் கார்பனேட் உப்பின் கரைசலைப் பயன்படுத்திப் பெரும்பாலான எண்ணெய்ப் பொருள் களை நீக்குகின்றனர். இம் முறையில் எண்ணெப் பொருள்கள் பயன்படுத்தி, எண்ணெய்ப் பொருள்கள் யாவற்றையும் அகற்றலாம்.

உலோகப் பரப்பிலுள்ள ஆக்சைடுகளை நீக்க, 5 சதவீத ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலக் கரைசலில் உலோகத்தை அமிழ்த்தி, பின்பு நீரால் சுத்தம் செய்யவேண்டும். உப்புத்தாள்களைக் கொண்டு தேய்த்தும் உலோகப் பரப்பிலுள்ள கனிமச் சேர்மங்களை நீக்கலாம்.

இவ்வாறு சுத்தம் செய்யப்பட்ட உலோகப் பரப்பு வழவழப்பாக இல்லாமல் சொரசொரப்பாக இருந்தால், பூச்சுகள் பரப்பில் நன்கு ஊன்றி ஒட்டிக்கொள்ளும். எனவே, உலோகப் பரப்பை, தகுந்த உப்புத்தாள்களைத் (emery paper) தேய்த்து, புதியத் சற்று சொரசொரப்பான உலோகப் பரப்பைப் பெறுதல் வேண்டும்.

உலோகப் பூச்சுகளைப் பல முறைகளில் பாகுபடுத்தலாம். உலோகப் பூச்சு பூசப்படும் முறையை ஒட்டிப் பூச்சுகளை (1) வெப்பம் தோய்த்தல் (2) மின்முலாம் பூசுதல் (3) தெளித்தல் (4) உலோகத் தகட்டால் போர்த்தல் (5) உலோகத் துகள்கள் ஊடுருவச் செய்தல் (6) மின்முனைக் கவர்ச்சி முறை (7) வெற்றிடத்தில் ஆவியாக்கி படியவைத்தல் என்று ஏழு வகைகளாகப் பாகுபடுத்தலாம்.

வெப்பந் தோய்த்தல் (Hot-dipping)

இம் முறையில் பூச்சாக உபயோகப்படவேண்டிய உலோகத்தை உருக்கி, நீர்மமாக எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். பூச்சு பூசப்படவேண்டிய உலோகத்தை அந்த நீர்மத்தில் அமிழ்த்தி எடுக்கவேண்டும். எளிதில் உருகக்கூடிய உலோகங்களை பூச்சுகளாக பயன்படுத்தும்போது மட்டுமே இம் முறைப் பயன் படும். உலோகப் பூச்சு பூசப்படவேண்டிய உலோகம் எளிதில் உருகாததாகவும் இருத்தல் அவசியம். இம் முறையைப் பயன் படுத்தி (1) இரும்புத் தகட்டின்மேல் ஈயமும் (2) இரும்புத் தகடு அல்லது கம்பிகளின் மேல் துத்தநாகமும் பூசப்படுகின்றன.

ஈயப் பூச்சு (Tinning)

ஈயம் பூசப்பட்ட மெல்லிய இரும்புத் தகடுகளைத் தகரம் என்று அழைக்கின்றோம். தகரங்கள் கி.பி. 1600-ம் ஆண்டிலிருந்தே தயாரிக்கப்படுகின்றன.

சுத்தம் செய்யப்பட்ட மெது எஃகுத் (mild steel) தகடுகள், தொடர்ச்சியாக உருகின துத்தநாகக் குளோரைடு தொட்டி, உருகிய ஈயம் உள்ள தொட்டி முதலியவைகளின் வழியாகச் செலுத்தப்படுகின்றன. துத்தநாகக் குளோரைடு, இரும்புத் தகடுகளின்மீது ஈயம் நன்கு படிவதற்கு உதவுகின்றது. ஈயம் பூசப்பட்ட இரும்புத் தகடு இரண்டு உருளைகளுக்கிடையே அனுப்பபடுகின்றது. அதிக அளவில் இரும்புப் பரப்பின் மேல் படிந்துள்ள ஈயம், உருளைகளின் இறுக்கங்களால் நீக்கப் படுகின்றது. இவ்வாறு கிடைக்கும் தகரத் தகடு, அடுத்துள்ள எண்ணெய்த் தொட்டியின் வழியாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. தகரத்தின்மேல் ஒரு எண்ணெய்ப் படலம் ஒட்டிக் கொள்கின்றது. இந்த எண்ணெய்ப் படலம், அதிக வெப்ப நிலையிலுள்ள ஈயம், வெளிக்காற்று மண்டலத்தால் ஆக்சீகரணம் அடைவதைத் தடுக்கின்றது.

தகரத்திலுள்ள ஈயப் படலத்தின் குறுக்களவு உருளைகளின் இறுக்கு விசைகளுக்குத் தகுந்தவாறு அமைகின்றது. இரும்புத் தகட்டின் மேற்பரப்பிலிருந்து சிறிதளவு ஈயம் தகட்டினுள் ஊடுருவுகின்றது. இரும்பு ஈய உலோகக் கலவை ($FeSn_2$) இரும்புத் தகட்டையும், ஈயப் படலத்தையும் பிரிக்கும் எல்லைப் படலமாக இருக்கின்றது. இந்தப் படலத்தின் குறுக்களவு, இரும்புத்தகடு, ஈய நீர்மத்திற்குள் இருக்கும் நேரம், அதன் வெப்ப நிலை இவற்றைப் பொறுத்துள்ளது.

இரும்பு, ஈய உலோகக் கலவையின் ஒரு படலமாக அமையாமல், பல படலங்களாகவும் இருக்கலாம். வெளிப் படலத்தில் ஈயத்தின் சதவீதம் அதிகமாகவும் ($FeSn_3$) உட் படலத்தில் ஈயத்தின் சதவீதம் ($FeSn$) குறைவாகவும் இருக்கும். இரும்பின்மேல் இரும்பு-ஈய உலோகப் படலங்கள், ஈயப்படலம் எனப்பல படலங்கள் தகரத்தில் காணப்படுகின்றன. சாதாரண மாக இரும்பு, ஈய உலோகப் படலங்களின் குறுக்களவு 10^{-2} லிருந்து 10^{-3} செ. மீட்டரும், ஈயப் படலத்தின் குறுக்களவு 10^{-3} லிருந்து 10^{-4} சென்டி மீட்டரும் உள்ளன.

தகரம் பளபளப்பாகவும், நச்சுத் தன்மையற்றதாகவும் இருக்கின்றது. தகரத்தை மடிக்கும்பொழுது, ஈயப்படலம் ஒடிந்து, இடைவெளிகள் ஏற்படுவதில்லை. மேலும், தகரத் தகடுகளை ஈயப் பற்று வைப்பு மூலம் ஒன்றுடன் ஒன்றுக எளிதில் இணைக்கலாம். இக் காரணங்களினுல், தகரத்தை தாவர எண்ணெய்கள், உணவுப் பண்டங்கள் முதலியவற்றைச் சேகரிக்கும் கொள் கலன்களைச் செய்யப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

ஈயம், இரும்பைவிட மந்தந் தன்மையுள்ள தனிமம். எனவே, ஈயப் பூச்சு வெளிப்புற வாயுமண்டலத்தால் அரிமானம் அடைவதில்லை. பூச்சுக்கு உட்புறமுள்ள இரும்புத் தகடு வெளிமண்டலத்துடன் தொடர்பற்று உள்ளதால் அதுவும் அரிமானம் அடையாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றது.

ஈயப் பூச்சில் எக்காரணத்திலாவது கீரல் விழுந்து அல்லது ஊசித்துவாரங்கள் ஏற்பட்டு, உள்ளிருக்கும் இரும்பு வெளிக் காற்று மண்டலத்துடன் தொடர்புகொண்டால், இரும்பு அதி வேகமாக அரிமானம் அடைகின்றது. இரும்பு, ஈய இரட்டையில், ஈயம் எதிர்மின் முனையாகவும், இரும்பு நேர் மின் முனையாகவும் செயல்படக்கூடியவை. மேலும், எதிர்மின் முனையின் பரப்பளவு மிக அதிகமாக இருப்பதால், அரிமான மின்அடர்த்தி அதிக அளவில் இருக்கின்றது. இக் காரணங்களினுல்தான் தகரத்தில் ஊசித் துவாரங்கள் ஏற்பட்ட இடங்களும், கீறல்கள் உள்ள இடங்களும் மிகத் தீவிரமாக அரிமானம் அடைகின்றன.

துத்தநாகப் பூச்சு (Zinc-coating)

துத்தநாகம் பூசப்பட்ட இரும்புத் தகடுகளும், இருப்புக் கம்பிகளும் சுமார் 200 ஆண்டுகளாக பல்வேறு துறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நன்கு சுத்தம் செய்யப்பட்ட இரும்புத் தகடுகள் அல்லது கம்பிகள், சுமார் 450°C வெப்பநிலையிலுள்ள துத்தநாக நீர்மத்தின் வழியாகச் செலுத்தப் படுகின்றன. துத்தநாகம் எளிதில் இரும்புப் பரப்பின்மேல் படிகின்றது. துத்தநாகம் பூசப்பட்ட இரும்புப் பரப்பைத் தகுந்த உருளைகளினிடையே இறுக்க விசைக்கு உட்படுத்த அதிக அளவிலுள்ள துத்தநாகம் வெளியேற்றப் படுகின்றது. போல்ட் ஆணி, இறுக்கி ஆணி, திருகுகள், மறைகள் போன்ற சிறிய பொருள்களைப் பல துளைகள் உள்ள சல்லடைகளில் வைத்து, துத்தநாக நீர்மத்தில் சிறிது நேரம்

மூழ்க வைத்து பின் வெளியில் எடுக்கின்றனர். பொருள்களின் மேல் அதிக அளவில் ஒட்டியுள்ள துத்தநாகத்தைத் தகுந்த மையவிலகு சாதனங்களின் (Centrifugal) உதவியினால் நீக்குகின்றனர்.

இவ்வாறு பெறப்படும் துத்தநாகப் பூச்சுகளின் தடிப்பு சுமார் 10^{-3} செ.மீ. அளவு இருக்கும். துத்தநாகமும் இரும்புப் பரப்பினுள் ஊடுருவி, துத்தநாக-இரும்பு உலோகக் கலவைப் படலம் உண்டாகும். இந்த உலோகக் கலவை பொடியாகும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. எனவே, உலோகக் கலவை படலத்தின் தடிப்பு குறைவாக இருப்பின், துத்தநாகப் படலம் இரும்புப் பரப்பிலிருந்து பெயர்ந்து விழாமலிருக்கும், உலோகக் கலவை படலத்தின் தடிப்பு, துத்தநாக நீர்மத்தின் வெப்ப நிலையையும், இரும்புப் பொருள்கள் துத்தநாக நீர்மத்தில் அமிழ்ந்துள்ள நேரத்தையும் பொறுத்திருக்கும். எனவே, துத்தநாகப் பூச்சு 450°C வெப்ப நிலையிலும், இரும்புப் பொருள்களை மிக்கக் குறைந்த நேரம் துத்தநாக நீர்மத்தில் அமிழ்த்தியும் பூசப்படுகின்றது.

துத்தநாக நீர்மத்துடன் 4 சதவீதம் அலுமினியத்தைக் கலந்தால், அலுமினியம் கரைந்த துத்தநாக நீர்மம் கிடைக்கின்றது. இந்த நீர்மத்தின் வழியாக இரும்புப் பொருள்களைச் செலுத்திப் பெறப்படும் துத்தநாகப் பூச்சுப் பளபளப்பாக இருக்கின்றது.

துத்தநாகம் பூசப்பட்ட இரும்பு, வெளிமண்டலத்துடன் நீண்ட நாட்கள் தொடர்புற்றிருந்தாலும் அதன் இரும்புமட்டும் துருப்பிடிப்பதில்லை. எனவே, துத்தநாகப் பூச்சு பூசப்பட்ட இரும்புத் தகடுகளை, வாளிகள் செய்யவும், நீர்த் தொட்டிகள் அமைக்கவும், கூரையாகவும் பயன்படுத்துகின்றனர். துத்தநாகம் பூசப்பட்ட இரும்புக் கம்பிகள் வேலிகள் அமைக்கப் பயன்படுகின்றன.

துத்தநாகம்-இரும்பு இரட்டையில், துத்தநாகம் நேர்மின் முனையாகவும், இரும்பு எதிர்மின் முனையாகவும் செயல்படுகின்றன. துத்தநாகப் பூச்சில் கீரல்கள் ஏற்பட்டாலும் அல்லது எக்காரணத்தினாலாவது பூச்சு, சிறிதளவு அழிந்து திட்டுகள் ஏற்பட்டாலும், வாயு மண்டலத்துடன் தொடர்புகொள்ளும் இரும்பு அரிமானம் அடைவதில்லை. இவ்வாறு நேர்மின் முனையாக செயல்பட்டு, ஓர் உலோகத்தை அரிமானத்திலிருந்து காப்பாற்றுவதை நேர்மின் தடுப்பு (Anodic protection) என அழைக்கின்றோம்.

துத்தநாகப் பூச்சை எளிதில் இரும்பின்மேல் கொடுக்க முடிகின்றது. மேலும், துத்தநாகத்தின் விலை மிகக் குறைவு இக்காரணங்களினால் துத்தநாகப் பூச்சு வெளி மண்டலத்துடன் தொடர்பு கொள்ளக்கூடிய இரும்புப் பொருள்களுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது.

உணவுப் பண்டங்களில் இருக்கக்கூடிய கரிம அமிலங் களுடன் துத்தநாகம் எளிதில் வினையுற்றுக் கரிமத் துத்தநாகச் சேர்மங்கள் உண்டாகின்றன. இவைகள் நச்சுப் பொருள்களாக இருந்தால், உணவுப் பண்டங்களைச் சேமித்து வைக்கும் கொள் கலங்களில் துத்தநாகப் பூச்சைத் தவிர்க்க வேண்டும்.

மின்முலாம் பூசுதல் (Electro-plating)

மின் வேதி வினைகளால் ஒரு உலோகத்தை மற்றொரு உலகம் அல்லது உலோகக் கலவையின்மீது படியவைத்தலுக்கு மின் முலாம் பூசுதல் எனப் பெயர். இவ்வினையை மின்பகுப்புக் கலங்களில் (electrolytic cell) நடைபெறச் செய்கிறோம்.

ஒரு உலோகத் தட்டை எதிர்மின் முனையாக அமைத்து, அதில் மின் முலாம் பூசப்படும் பொருளை வைத்திருத்தல் வேண்டும். பொதுவாக, பூச்சாகப் பயன்படும் உலோகத்தின் தண்டு நேர்மின் முனையாகச் செயல்படும். இவ்வகை அமைப்புக்கு விதி விலக்குகளும் உண்டு. பூச்சாகப் பயன் படுத்தப்படும் உலோகத்தின் அயனிகளை அல்லது அணைவு அயனிகளைக் கொண்ட கரைசலை, மின்பகுப்புக் கலத்தில் மின் கடத்தியாக எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். மின்முனைகளுக்கு இடையே நேர்திசை மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி, மின் முலாம் பூசப்படுகின்றது.

மின்முலாம் பூச்சின் குறுக்களவும், தன்மைகளும், வெப்பநிலை, கரைசலின் செறிவு, கரைசலின் pH மதிப்பு, கரைசலிலுள்ள பிற பொருள்களின் தன்மைகள், அவற்றின் அளவு, மின்னோட்டத் திறன், மின்அழுத்தம், மின் செலுத்தப்படும் நேரம் போன்றவை களைப் பொருத்திருக்கின்றன. இவ்வாறு பல நிபந்தனைகளுக்கு உட்பட்டு மின்முலாம் பூசுவதில் சில நன்மைகளும், சில தீமை களும் உள்ளன. நிபந்தனைகளைச் சிறிதளவு மாற்றுவதன்மூலம் ஒரே உலோகத்தால் வெவ்வேறு வகையான பூச்சுகளைப் பெற முடியும். நிபந்தனைகள் முழுவதையும் சரியாகப் பின்பற்றாவிடில் எதிர்பார்த்த தன்மைகளுள்ள முலாம் பூச்சைப் பெறமுடியாது.

மின் முலாம் பூச்சின் பயன்கள்

வேதி வினைகளில் பங்குபெறாத உலோகத்தினால் மின் முலாம் பூசுவதில் உலோகப் பொருள்களை அரிமானம் அடைவதிலிருந்து தடுக்கமுடியும். பொருள்கள் பளபளப்பாகவும், பகட்டாக இருப்பதற்காகவும் மின்முலாம் பூசப்படுகின்றது. கடினத் தன்மை, மின்கடத்துத் தன்மை போன்ற சில குறிப்பிட்ட பண்புகளை ஒரு பொருளின் பரப்பு பெறுவதற்கும் மின்முலாம் பூசப் படுகின்றது.

மின்முலாம் பூச்சுகளின்மூலம் எஃகுப் பொருள்களை அரிமானம் அடையாமல் தடுக்கமுடியும். துத்தநாகம், காட்மியம், ஈயம் போன்ற பூச்சுகள் எஃகின்மேல் இம்முறையில் கொடுக்கப் படுகின்றன. எஃகுப் பொருள்களின்மேல் காப்பரும், பின் குரோ மியம் அல்லது நிக்கலும் பூசுவதன்மூலம், அரிமானத்திலிருந்து தவிர்ப்பதுடன் பகட்டான தோற்றமும் இருக்கும்படிச் செய்யலாம். ஒரு உலோகத்தின் அரிமானத்தைத் தடுப்பதற்காகமட்டும், மின் முலாம் பூசப்படுமானால் இரு உலோகங்களின் நியம மின்அழுத் தங்களை அறிந்திருத்தல் வேண்டும். இரு உலோகங்களின் இரட் டையில் பூசப்படும் உலோகம் எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படக் கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும்.

அலங்காரப் பொருள்கள் பளபளப்பாக இருக்கவும், பகட்டாக இருக்கவும் மின்முலாம் பூச்சு பூசப்படுகின்றது. நிக்கல், குரோ மியம், வெள்ளி, தங்கம் இவ்வகைப் பூச்சுகளை எடுத்துக்காட்டுக ளாகக் கூறலாம். சில சமயங்களில் ஒன்றின்மேல் ஒன்றாகப் பல் வேறு உலோகப் பூச்சுகள் பூசும்படி நேரிடலாம். இரும்பின் மேல் வெள்ளி அல்லது தங்க முலாம் பூச்சு எளிதில் படிவதில்லை. எனவே, இரும்புப் பொருள்கள்மேல், முதலில் காப்பர் முலாம் பூசி, பின் அந்த முலாம் மேல் வெள்ளி அல்லது தங்க முலாம் பூசுவது வழக்கம்.

அகதகன இன்ஜின்களின் உட்பாகத்தில் குரோமிய முலாம் பூச்சைப் பூசுவதால் மிகக் கடினத் தன்மையுள்ள உட்புயம் கிடைக் கின்றது, இது எளிதில் தேய்வுறுவதில்லை. இக் காரணத்திற் காகவே ஆகாய விமானங்களின் முன்செலுத்திகளைச் செய்யப் பயன்படும் தகடுகளும், டர்பைன்களின் பிளேடுகளும் நிக்கல் அல்லது நிக்கல் குரோமிய உலோகக் கலவையினால் முலாம் பூசப்படுகின்றன.

சில சமயங்களில் அலோகப் பொருள்கள்மீதும், தகுந்த முறையினைக் கடைபிடித்து, மின்முலாம் பூசப்படுகின்றது. இவ்வாறு அலோகப் பொருள்கள்மீது முலாம் பூசப்படும் பொழுது, அவைகள் உலோகத்தின் தோற்றத்தையும், பளபளப்பையும் பெறுகின்றன. அலோகப் பொருள் ஓரளவு உலோகத்தின் வலிமையையும், எளிதில் மின் கடத்துத்திறனையும் பெறுகின்றது.

உலோகப் பரப்பைத் தயாரித்தல்

உலோகப் பரப்பிலுள்ள எண்ணெய்ப் பொருள்கள் அறவே நீக்கப்படவேண்டும். இதற்குக் கரைப்பான்களான, கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு, டெட்ரா குளோரோ எத்திலீன் போன்ற கரிம நீர்மப்பொருள்களைப் பயன்படுத்தலாம். இதைத் தொடர்ந்து, சோடியம் கார்பனேட், சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, சோடியம் பாஸ்ஃபேட் போன்ற சேர்மங்களின் கரைசல்களைப் பயன் படுத்தி உலோப் பரப்பின்மேல் இருக்கக்கூடிய பிற மாசுப் பொருள்களை நீக்கவேண்டும். இறுதியாக, உலோகத்தின் தன்மைக்கேற்ப, நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தை அல்லது நீர்த்த சல்ஃபூரிக் அமிலத்தைப் பயன்படுத்தி உலோகப் பரப்பின் மேலுள்ள ஆக்சைடுகளை நீக்கவேண்டும்.

மின்முலாம் பூசப்படும் பரப்பில் எவ்விதமான கீரலும், வெடிப்புகளும் இருத்தல் கூடாது. எனவே, தகுந்த உப்புத் தாள்களைக் கொண்டு, உலோகப் பரப்பின்மேல் இருக்கக்கூடிய குறைகளை நீக்கவேண்டும்.

அலோகப் பரப்பைத் தயாரித்தல்

மின் முலாம் பூசப்பட வேண்டிய அலோகப் பரப்பைப் பௌதிக முறையாலும், வேதி முறையாலும் நன்கு தூய்மைப் படுத்தவேண்டும். இதற்குப்பின், பரப்பு நன்கு வழவழப்பாக இருக்கும்படியாகச் செய்ய வேண்டும். பொருளில் பல நுண்துளை களிருக்குமாயின் ஷெல்லக்கை அல்லது லாக்குரைப் (lacquer) பயன்படுத்தி, நுண்துளைகளை மறைத்து வழவழப்பான பரப்பைப் பெறவேண்டும்.

அலோகப் பரப்பு, மின் அரிதில் கடத்தியாக இருக்குமாதலால் இப்பரப்பின்மேல், வேதி முறையில் காப்பர் அல்லது வெள்ளியை (முகம் பார்க்கும் கண்ணாடி செய்யும் முறையில்) படிய வைத்தல் வேண்டும். வேதி முறையில் உலோகத்தைப் படிய வைக்க முடியாவிடில், வெண்கலத் துகள்கள் அல்லது கிராஃபைட்

துகள்கள் உள்ள ஷெல்லக்கால், அலோகப் பரப்பின்மேல் ஒரு பூச்சு அமைக்கவேண்டும். இவ்வகையான பூச்சு ஈரமாக இருக்கும்பொழுதே, காப்பர், வெள்ளி போன்ற உலோகத்தின் துகள்களை அதன்மேல் தூவினால், தடிப்புள்ள உலோகப் படலம் உண்டாகும். இவ்வாறாக அலோகப் பரப்பின்மேல் மின் அழுத்தத்திலும், வெற்றிடத்திலும் உலோக ஆவியைப் பெற்று, அலோகப் பொருள்களின்மேல் படியச்செய்து, மின் கடத்துத் திறனுள்ள படலத்தையும் பெறலாம்.

மின்பூச்சு முறை

மின் பகுப்புக் கலங்களில், மின்பகுப்பொருள் கரைந்த கரைசலை எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். கரைசலின் வெப்ப நிலையை ஒரே சீராக வைத்துக்கொள்ளவேண்டும். குறைந்த வெப்ப நிலையில் அல்லது சிறிது உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் கரைசலை வைத்திருக்கவேண்டுமானால், கரைசலுக்குள் அமைக்கப் பட்டுள்ள குழாய்களில் ஒரே வெப்ப நிலையிலுள்ள நீர்மத்தைச் செலுத்தவேண்டும். கரைசலில் செலுத்தப்படும் நேர்திசை மின்னோட்டத்தின் மின்னோட்டத் திறனையும், மின் அழுத்தத்தையும் ஒரே சீரான அளவில் இருக்கும்படிச் செய்யவேண்டும்.

பல நேர்மின் முனைத் தண்டுகளையும், தொட்டில் போன்ற அமைப்புள்ள எதிர்மின் முனையையும், மின்பகுப்புக் கலத்தில் உள்ள கரைசலில் தொங்கவிடவேண்டும். முலாம் பூசப்பட வேண்டிய பொருளை எதிர்மின் முனையாக உள்ள தொட்டியில் வைத்திருத்தல் வேண்டும். இந்த தொட்டியை நிமிஷத்திற்கு 15 முதல் 20 வரை சுமார் 2 செ.மீ.-லிருந்து 5 செ. மீ. வரை அலைவு இருக்குமாறு அசைந்துகொண்டிருக்கும்படிச் செய்யவேண்டும். பூச்சு பூசப்படும் பொருள் போல்ட் ஆணிகள், மறைகள் போன்ற சிறு பொருள்களாக இருப்பின் அவற்றை மிகுந்த துவாரங்கள் உள்ள பீப்பாய்களில் அமைத்து, பீப்பாய் மெதுவாக உருண்டு கொண்டிருக்கும்படிச் செய்தல்வேண்டும்.

மின்னோட்டத்தின் அளவு

மின் பூச்சுக்கு வேண்டிய மின்னோட்டத்தின் அளவு, நேர்மின் முனையின் தன்மையைப் பொருத்திருக்கும்.

மின்வேதி வினையில் நேர்மின் முனையாகப் பயன்படும் உலோகம், அயனிகளாக மாறிப், பின் அவைகள் எதிர்மின் முனையில் அணுக்களாகப் படியவேண்டுமானால், மிகக் குறைந்த

மின் சக்தியே தேவைப்படுகின்றது. மின்சக்தி, கரைசலின் மின் தடையை எதிர்க்க மட்டும் பயன்படுகின்றது. சுமார் ஒரு வோல்ட் அல்லது அதற்குக் குறைவான மின் அழுத்தமே போதுமானது.

நேர் மின்முனை கரைசலில் அயனியாக மாருத நிலையிலிருப்பின், மின்சக்தி கரைசலின் மின் தடையை எதிர்ப்பதுடன் மேலும் சில மின்வேதி வினைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ் வகைக்கு சுமார் 1 வோல்ட் மின் அழுத்தத்தைப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

மின்முலாம் பூச்சின் தன்மை

உலோகப் பூச்சின் குறுக்களவு அல்லது தடிப்பு, கரைசலில் செலுத்தப்படும் மின் அடர்த்தி, மின் செலுத்தப்படும் நேரம், உலோகத்தின் சமான எடை எண், அதன் அடர்த்தி முதலியவற்றைப் பொருத்துள்ளது. உலோகப் பூச்சு துரிதமாக நடைபெறும்படிச் செய்தால் பளபளப்பான பூச்சுக் கிடைப்பதில்லை. கரைசலில் உலோகத்தின் செறிவு மிகக் குறைவாக இருப்பினும் பளபளப்பான பூச்சுகள் ஏற்படுவதில்லை.

மின் முலாம் பூச்சு நல்ல முறையில் அமையவேண்டுமாயின் மின் பகுப்புக் கரைசலை கீழ்க்கண்டவாறு அமைக்கவேண்டும்.

(1) கரைசலில் உலோகத்தின் செறிவு அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும்;

(2) கரைசலின் மின்கடத்துத் திறன் அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும்; கரைசலின் கடத்துத் திறன் குறைவாக இருப்பின், பிற மின்பகுப் பொருள்களைக் கலந்து மின்கடத்துத் திறனை அதிகப்படுத்தல் வேண்டும்;

(3) கரைசல், நேர்மின் முனையுடன் வேதிவினை புரிந்து வீழ்படிவுகளைக் கொடுக்கக் கூடாது;

(4) சாதாரண வெப்ப நிலையில் அல்லது மின்முலாம் பூசப்படும் வெப்ப நிலையில் கரைசல் சிதைவுருமல், நிலைத்த தன்மை பெற்றிருத்தல் வேண்டும்.

(5) கரைசலில் நேர்மின்முனை கரைந்து, கரைசலின் செறிவு மாறுபடாமல் ஒரே சீராக இருக்கவேண்டும். நேர்மின்முனை கரையாத மின்வேதி வினையாக இருப்பின் கரைசலின் செறிவு

மாறுபடாமலிருக்கக் கரைசலில் கரைபொருளைத் தொடர்ந்து கலந்து கொண்டிருத்தல் வேண்டும்.

(6) எதிர்மின்முனையில், அம்முனையை ஒரே சீராக ஏற்படுத்தக்கூடிய திறனைக் கரைசல் பெற்றிருத்தல் வேண்டும். கரைசலுக்கு இப்பண்பு இல்லாவிட்டால், சில கனிம அல்லது கரிமப் பொருள்களைக் கரைசலுடன் கலந்து, ஒரேவிதமான பூச்சு உண்டாகும் சூழ்நிலையை உருவாக்கவேண்டும்.

காப்பர் பூச்சு

காப்பர் உலோகப் பூச்சு காப்பரைவிடக் குறைவான எதிர்மின் தன்மையுள்ள (electro-negative) உலோகங்களின்மீது பூசப்படும்பொழுது பயன்படுத்தப்படும் கரைசலிலுள்ள பொருள்களின் அளவுகளாவன :—

காப்பர் சல்ஃபேட் ($Cu\ SO_4\ 5\ H_2O$)—150gm—300 கிராம்.
சல்ஃப்யூரிக் அமிலம்—25.50 கிராம்.
வாலை வடிநீர்— 1 லிட்டர்

காப்பரைவிட அதிக எதிர்மின் தன்மையுள்ள உலோகத்தின் மீது காப்பர் பூச்சு கொடுக்கப்படும்பொழுது, பொதுவாக சயனைடு கரைசல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இப்படிப்பட்ட கரைசல்களில் இரண்டு முக்கிய கரைசல்களில் உள்ள பொருள்களில் உள்ள பொருள்களின் அளவுகளாவன:

I.	சோடியம் சயனைடு	— 45 கிராம்
	குப்ரஸ் சயனைடு	— 35 கிராம்
	சோடியம் பைசல்ஃபைட்டு	— 20 கிராம்
	சோடியம் கார்பனேட்	— 20 கிராம்
	நீர்	— 1 லிட்டர்
II.	சோடியம் சயனைடு	— 60 கிராம்
	காப்பர் கார்பனேட்	— 30 கிராம்
	சோடியம் பைசல்ஃபைட்	— 20 கிராம்
	நீர்	— 1 லிட்டர்

சாதாரணமாக காப்பர் பூச்சு, குரோமியம் நிக்கல், வெள்ளி, தங்கம் போன்ற உலோகங்களின் பூச்சுகள் கொடுப்பதற்கு முன்

பாக, ஒரு இடைநிலை பூச்சாகப் பல உலோகங்களின்மேல் கொடுக்கப்படுகின்றது. காப்பர் பூச்சு தொடர்ச்சியான ஒரே விதமான பூச்சாக அமைவதால், உலோகப் பரப்பின்மேலுள்ள குறைகள் யாவும் மூடப்படுகின்றன. மேலும், காப்பர் பூச்சின் மேல் வெள்ளி, தங்கம் போன்ற பூச்சுக்கள் எளிதில் நன்கு படி கின்றன. காப்பர் பூச்சில், நுண்துளைகள் காணப்படுவதில்லை. எனவே, இப்பூச்சு உலோகத்தை நன்கு போர்த்திவிடுவதால், உலோகம் அரிமானம் அடையாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றது. காப்பர் உலோகமும், வேதி வினைகளால் எளிதில் அரிமானம் அடைவதில்லை. ஆனால், காப்பர் பூச்சு, ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வாயு இருக்கும் காற்று மண்டலத்தில் எளிதில் வேதி வினையுற்று அரிமானம் அடைகின்றது.

வெள்ளிப் பூச்சு

வெள்ளி முலாம் பூச்சு பலவகை அலங்காரப் பொருள்களின் மேல் பளபளப்பாகவும், பகட்டாகவும் இருப்பதற்காகப் பூசப் படுகின்றது. மேலும், வெள்ளி வெளி வாயு மண்டலத்தால் அரிமானம் அடையாதாகையால் நீண்ட நாட்களுக்குப் பூச்சு அழிவதில்லை

வெள்ளி முலாம் பூச்சுக்குப் பயன்படும் கரைசலிலுள்ள பொருள்களின் அளவுகளாவன :

சில்வர் சயனைடு	— 13.7 கிராம்
பொட்டாசியம் சயனைடு	— 27 கிராம்
பொட்டாசியம் கார்பனேட்	— 50 கிராம்
நீர்	— 1 லிட்டர்

வெள்ளிப் பூச்சு, சமையல் பாத்திரங்கள்மீதும், உணவு பரிமாறும் பாத்திரங்கள்மீதும், உணவுப் பண்டங்கள், பதனிடுதல் தொழிலில் பயன்படும் பாத்திரங்களிலும் பூசப்படுகின்றது. வெள்ளிப் பூச்சின்மேல் மிகச் சிறிய அளவு ரேடியம் உலோகம் பூசப்பட்டால், வெள்ளிப் பூச்சு பல நாட்களுக்கு மிகப் மிகப் பளபளப்புடன் இருக்கும்.

தங்கப் பூச்சு

இப்பூச்சு, ஆடம்பரப் பொருள்களுக்கும், நகைகளுக்கும் கொடுக்கப்படுகின்றது. இப் பூச்சு, சாதாரணமாக காப்பர் பூச்சு

அல்லது வெள்ளிப் பூச்சின்மேல் கொடுக்கப்படுகின்றது. தங்கப் பூச்சுக்குப் பயன்படும் கரைசலிலுள்ள பொருள்களாவன :

தங்க சயனைடு	— 5·5 கிராம்
பொட்டாசியம் சயனைடு	— 15 கிராம்
வாலைவடி நீர்	— 1 லிட்டர்

நிக்கல் பூச்சு

இரும்பின்மேல் நிக்கல் பூச்சுக் கொடுக்கப்படும்பொழுது காப்பரை ஓர் இடைநிலைப் பூச்சாகக் கொடுத்தல் வேண்டும். இரும்பின்மேல் நிக்கல் நன்கு படியாதாகையால் ஒரு இடைநிலைப் பூச்சுத் தேவைப்படுகின்றது.

நிக்கல் பூச்சினால் பொருள்கள் பளபளப்பாகவும், பகட்டாகவும் இருக்கவேண்டுமாயின் கரைசலின் வெப்பநிலை சுமார் 40°C ஆக இருத்தல் வேண்டும். கரைசலின் pH மதிப்பை 4 ஆகவும், மின்னோட்டத்தின் மின் அடர்த்தியை ஒரு சதுர அடிக்கு 60 ஆம்பியர் வீதமும் அமைத்தல் அவசியமாகின்றது. இக்கரைசலில் உள்ள பொருள்களாவன :

நிக்கல் சல்ஃபேட்	— 250 கிராம்
கோபால்ட் சல்ஃபேட்	— 15 கிராம்
நிக்கல் குளோரைடு	— 45 கிராம்
போரிக் அமிலம்	— 30 கிராம்
நீர்	— 1 லிட்டர்

உலோகத்திற்கு மிக்க வலிமையைக் கொடுக்கவும், தேய்மானத்தினால் உலோகம் அழிமாமல் இருக்குமாறு செய்யவும், நிக்கல் பூச்சுக்கொடுக்கப்படுகின்றது. இவ்வகைப் பூச்சுக்களுக்குத் துத்தநாகப் பூச்சு இடைநிலைப் பூச்சாக அமைகின்றது. இதற்குப் பயன்படும் கரைசலிலுள்ள பொருள்களின் அளவுகள் பின்வருமாறு உள்ளன.

நிக்கல் சல்ஃபேட்	— 50 கிராம்
அம்மோனியம் குளோரைடு	— 10 கிராம்
போரிக் அமிலம்	— 12 கிராம்
சோடியம் சல்ஃபேட்	— 200 கிராம்
நீர்	— 1 லிட்டர்.

குரோமியம் பூச்சு

குரோமிய உலோக மின்பூச்சு, நீண்ட நாட்கள் பளபளப்பாக இருக்கின்றது. குரோமியப் பூச்சின்மேல், மிக மெல்லிய ஆக்சைடு மென்படலம் உண்டாகின்றது. இப்படலம் தொடர்ச்சியாகவும், நுண் துளைகள் அற்றதாகவும் இருப்பதால், தொடர்ந்து குரோமியம் அரிமானம் அடைவதில்லை. இத்த ஆக்சைடு மென் படலம் ஒளி ஊடுருவிச் செல்லக்கூடியதாகவும், நிறமற்றதாகவும் உள்ளதால் இப்படலத்திற்கு அடியில் அமைந்துள்ள குரோமியப் படலம் வெகு நாட்களுக்கு அழியாமல் பளபளப்பாகவேயுள்ளது,

குரோமியம் மின்முலாம் பூச்சு, இரும்பின்மேல் பூசப்படும் பொழுது, ஈயம் அல்லது காப்பர்அல்லது நிக்கல் இடைநிலைப் பூச்சாக அமைக்கப்படுகின்றது. சில சமயங்களில் இரண்டு இடைநிலைப் பூச்சுக்களை அமைப்பதும் உண்டு.

அலங்காரப் பொருள்கள் பளபளப்பாக இருத்தலுக்காக குரோமியம் பூசப்படும்பொழுது, மிக மெல்லிய குரோமியப் படலமே, காப்பர் இடைநிலைப் படலத்தின்மேல் பூசப்படுகின்றது. குரோமியம் ஒரு கடின உலோகமாயிருத்தலால், இதன் மேல் பிற பொருள்கள் உராயும்பொழுது கீறல்கள் குரோமிய உலோகத்தில் ஏற்படுவதில்லை. ஆனல், குரோமிய மின்பூச்சுகளில் கீறல்கள் எளிதில் ஏற்படுகின்றது. குரோமியம் பூசியுள்ள பொருள்களின்மேல் பொருள்கள் உராயும்பொழுது, இடைநிலைப் பூச்சின் மென்மைத் தன்மையால் குரோமியம் பூச்சில் கீறல்கள் விழுகின்றன. அலங்காரப் பொருள்களின் மேல் பூசப்படும் குரோமியம் பூச்சின் தடிப்பு மிகக் குறைவாக இருப்பதால், கீறல்கள் விழுவதனுல் ஏற்படக்கூடிய அதிக பரப்பைக் குரோமியப் படலம் அனுசரித்து அமையாமல் பூச்சில் வெடிப்புகள் ஏற்படுகின்றன.

மற்ற உலோகத்திற்கு மிக வலிமையைக் கொடுப்பதற்கும், உலோகம் தேய்மானம் அடையாமல் இருக்க வைப்பதற்கும் குரோமியம் பூச்சில் கீறல் விழக்கூடாது. இவ்வகைப் பூச்சுகள் மிக மெல்லிய இடைநிலைப் பூச்சின்மேல் கொடுக்கப்படுகின்றன. அதிக நேரம் மின் செலுத்தி, குரோமியம் பூச்சு சுமார் 0·1 செ.மீ. அளவு குறுக்களவு இருக்குமாறும் செய்தல் அவசியமாகின்றது. குரோமியம் பூச்சுக்குப் பயன்படும் கரைசலில் உள்ள பொருள்களாவன :

குரோமிக் அமிலம் — 250 கிராம்

சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் — 2·5 கிராம்

நீர் — 1 லிட்டர்

பொதுவாக, குரோமியம் மின் முலாம் பூசப்படும்பொழுது, காரீய உலோகத் தண்டு நேர்மின் முனையாக அமைக்கப்படுகின்றது. கரைசலில் குரோமின் அமிலத்தின் செறிவு குறையாமல் இருக்கத் தொடர்ந்து குரோமிக் அமிலம் சேர்க்கப்படுகின்றது.

தெளித்தல் (Spraying)

இம் முறையில் உலோகப் பூச்சுப் பூசுவதற்கு உலோக ஆவியைக் குளிர்ந்த உலோகப்பரப்பின் மேல் தெளிக்கின்றனர் இதற்கு அமைக்கப்படும் சாதனம் ஒரு கைத்துப்பாக்கியை (piston) போன்றிருக்கும்.

இதில் மூன்று குழாய்கள் ஒன்றினுள் ஒன்ருகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். நடுக்குழாயில் உலோகக் கம்பி அல்லது உலோகத் துகள்கள் தொடர்ந்து வெளி வந்துகொண்டிருக்கும். இக் குழாயைச் சூழ்ந்துள்ள குழாயின் வழியாக ஒரு வாயு எரிபொருள் வெளி வருகின்றது. அடுத்துள்ள குழாயின் வழியாக காற்று மிக்க அழுத்தத்தில் வந்துகொண்டிருக்கும். வெளிப்படும் உலோகத்தின் அளவு, காற்றின் அளவு இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தக்கூடிய விசைகள் சாதனத்தின்கீழ் அமைந்திருக்கும். வாயு எரி பொருளை எரிய விட்டு, பின் உலோகக் கம்பி வெளி வருதலையும், காற்றின் அழுத்தத்தையும் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம், உலோகத்தை ஆவியாக்கி, ஆவியைக் குறிப்பிட்ட உலோகப் பொருள்களின்மேல் படியும்படிச் செய்யலாம்.

தெளித்தல் முறையில் உலோகப் பூச்சு பூசும்பொழுது, பூசப்படும் உலோகத்தின் பரப்பு சொரசொரப்பாக இருப்பின், பூச்சு ஊன்றிப் படியும். எனவே, உலோகப் பரப்பைப் பூச்சு பூசப்படுமுன் சொரசொரப்பாக இருக்கும்படியாகத் தகுந்த முறையில் தயார் செய்தல் அவசியமாகின்றது.

பூச்சின் தன்மை

தெளித்தல் முறையில் பூசப்படும் பூச்சின் தன்மைகள், ஆவியாக்கும் சாதனத்திற்கும் பூசப்படும் பொருளுக்கும் உள்ள தூரத்தையும், எக்கோணத்தில் சாதனம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. என்பதையும் பொருத்திருக்கும். இம் முறையில் எளிதில் மிகத்

தடிப்பான பூச்சுகளைப் பூசமுடியும். மிகப் பெரிய முடிவுற்ற சாதனங்களின் பரப்புகளின் மேல் உலோகத்தைப் பூசுவதற்கு இம் முறை மிகவும் சிறந்தது. மேலும், இம் முறையில் திட்டுகளாக (patches) உள்ள பாகங்களையும், இறுக்கி ஆணிகளையும், அவைகள் இணைக்கும் இடங்களையும், மிக எளிதாக உலோகப் பூச்சால் மறைக்கமுடியும்.

அலுமினியம், காப்பர், காட்மியம் போன்ற உலோகங்களின் பூச்சுகளுக்கும், பித்தளை—வெண்கலம் போன்ற உலோகக் கலவையின் பூச்சுகளுக்கும் தெளித்தல் முறை கையாளப்படுகின்றது.

ஆகாய விமானங்களின் பாகங்களின்மேல் அலுமினியப் பூச்சுப் பூசுவதற்கும் அதிக அளவு கார்பனுள்ள எஃகைச் சாதாரண எஃகுப் பொருள்களின்மேல் பூசுவதற்கும் இம் முறை தொழில் துறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

பழுதுபோன பாகங்களின்மேல் தடித்த உலோகப் பூச்சை அமைப்பதற்கும் இம் முறை பயன்படுகின்றது.

உலோகத் தகட்டால் போர்த்துதல் (Cladding)

ஒரு உலோகத் தகட்டால் மற்றொரு உலோகத்தைப் போர்த்துவது முக்கியமாக போலி நகையைச் செய்வதற்குப் பயன்படுகிறது. தங்கத் தகடு போர்த்தப்பட்ட செம்பால் பல நகைகள் செய்யப்படுகின்றன. தங்கத் தகட்டின்மேல் செம்புக் கட்டியை வைத்துச் சுற்றப்படுகின்றது. பின் இரு உலோகங்களையும் ஒன்ருக பற்றவைத்தோ அல்லது இறுக்கு ஆணிகளைக் கொண்டு இணைத்தோ தங்கம் போர்த்தப்பட்ட செம்புக் கட்டியாக மாற்றப்படுகிறது. இக்கட்டியைத் தகடுகள் அல்லது கம்பிகளாக மாற்றி அமைக்கும்பொழுது மெல்லிய தங்கப் படலம் செம்பு உலோகத்தைச் சுற்றிலும் இருக்கின்றது.

ஷெப்ஃபீல்ட் வெள்ளித் தகடுகள் என்றழைக்கப்படும் தகடுகள் செம்புத் தகடுகளின்மேல் வெள்ளிப் படலம் உள்ளவைகளாகும். நிக்கல் படலமுள்ள எஃகுத் தகடுகளை 1200°C வெப்ப நிலையில் முன்கூறிய முறையில் செய்தால், நிக்கல் படலம், எஃகு உலோகத்துடன் நன்கு இணைக்கப்பட்டு விடுகின்றது. பல அலுமினிய உலோகக் கலவைகளின்மேல் மெல்லிய தூய அலுமினியப் படலத்தை இணைத்தால், அப்பொருள் அரிமானத்திலிருந்து காப்பாற்றப் படுகின்றது. துருப்பிடிக்காத எஃகுத்

தகடுகளை (stainlers steel plates) எஃகுத் தகடுகளின்மேல் பொருத்தி எஃகை அரிமானத்திலிருந்து காப்பாற்றலாம். பித்தளை, செம்பு, மானல் உலோகம் போன்றவைகளின் தகடுகளின்மேல், சூடாக்கப்பட்ட இரும்பு உலோகக் கட்டிகளை வைத்து, தகடுகளைச் சுருட்டினால், இரும்புக் கட்டியின்மேல், இரண்டு மூன்று அடுக்குகளாகப் பிற உலோகத் தகடு அமைகின்றது. இவ்வாறு கிடைக்கும் கட்டியைத் தகடுகளாக ஆக்கும்பொழுது இரும்பின்மேல் மெல்லிய பிற உலோகத் தகடுகள் உள்ளன. இரும்பு அரிமானத்திலிருந்து காப்பாற்றப்படுகின்றது.

இவ்வாறு ஒரு உலோகத் தகடால் மற்றொரு உலோகம் போர்த்தப்படும்பொழுது இரண்டு உலோகங்களின் மின் வேதித் தன்மைகளும் தெரிந்திருத்தல் வேண்டும். உலோக இரட்டையில் போர்த்தப்படும் உலோகம், நேர்மின் முனையாகச் செயல்படுமாயின் போர்த்தப்படும் உலோகம் மின் வேதி வினைகளால் அரிமானம் அடையமுடியாது. உலோகங்களின் வேதிமத் தன்மையாலும், போர்த்தப்படும் உலோகத்தை அரிமானத்திலிருந்து காப்பாற்றலாம். இவ்வகைப் போர்த்துதலில் மந்தத் தன்மையுள்ள உலோகம் போர்த்தும் உலோகமாக அமைய வேண்டும்.

உலோகத் துகள்களை ஊடுருவச் செய்தல் (Cementation)

இம்முறையில், அரிமானம் தடுக்கப்படவேண்டிய உலோகப் பொருள்களை வேதிமந்தத் தன்மையுள்ள உலோகத் துகள்களுடன் சூடாக்கி, பொருள்களின்மேல் ஒரு மெல்லிய உலோகப் படலம் உண்டாகும்படிச் செய்கின்றனர். உலோகத் துகள்கள், பொருள்களின் புறப்பரப்பில் ஊடுருவி, ஒரு உலோகக் கலவை உண்டாகின்றது. இந்த உலோகக் கலவை இரண்டு உலோகப் பரப்புகளையும் பிரிக்கும் படலமாக அமைகின்றது.

துத்தநாகம், காட்மியம், குரோமியம், அலுமினியம் போன்ற உலோகப் பூச்சுகளை இம்முறையில் எளிதில் அமைக்கலாம். காற்றுப்புகாத ஒரு உருளை வடிவப் பாத்திரத்தில் (drum) உலோகப் பொருளையும் அதனைச் சுற்றி உலோகத் துகள்களையும் அடைக்கவேண்டும். உருளைப் பாத்திரத்தை உலோகத் துகள்களின் உருகு நிலைக்கு சுமார் 50°C குறைவாக வெப்பப்படுத்தி பாத்திரம் மெதுவாகச் சுழன்றுகொண்டிருக்கும்படிச் செய்ய வேண்டும்.

துகள்கள் உலோகப் பொருள்களுக்குள் ஊடுருவியுள்ள அளவும், உலோகப் படலத்தின் தன்மையும் உருளை வெப்பப் படுத்தப்படும் நேரத்தைப் பொருத்திருக்கும். உலோகத் துகள்க ளுடன் ஆக்சைடுகளையும் மற்றப் பொருள்களையும் கலப்பதன் மூலமும், உலோகப் படலத்தின் தன்மையை மாற்றலாம்.

துத்தநாகப் பூச்சு பூசப்படும்பொழுது 80 முதல் 90 சதவீதத் துத்தநாகத் துகள்களுடன் துத்தநாக ஆக்சைடைக் கலப்பதுண்டு. துத்தநாகத்தின் உருகுநிலை 419°C ஆக உள்ளதால், உருளைப் பாத்திரத்தைச் சுமார் 360°C வெப்ப நிலைக்குச் சூடுபடுத்த வேண்டும். சுமார் 3 மணி நேரம் சூடுபடுத்தினால் 6 மி. மீ தடிப்புள்ள துத்தநாகப் படலம் உலோகத்தின்மேல் படியும். பொருள் இரும்பினால் செய்யப்பட்டிருப்பின், இரு உலோகங் களையும் Fe Zn, $FeZn_3$ வாய்பாடுகளுடைய இரண்டு உலோகக் கலவைப் படலங்கள் பிரிக்கின்றன. இப்படலங்களின் நீள்விரிவு எண்கள் (Coefficient of linear expansion) மாறுபட்டிருப்பதால், இவற்றில் சிறு வெடிப்புகள் காணப்படுகின்றன. துத்தநாக இரும்பு இரட்டையில், துத்தநாகம் நேர்மின் முனையாகச் செயல் படுவதால், இச்சிறு வெடிப்புகளிருப்பினும் இரும்பு அரிமானத்தி லிருந்து காப்பாற்றப்படுகின்றது.

காட்மியத்தின் உருகுநிலை 321°C ஆக உள்ளதால், காட்மியப் பூச்சு சுமார் 270°C வெப்பநிலையில் கொடுக்கப்படுகின்றது.

குரோமியத்தின் உருகுநிலை 1830°C ஆகும். குரோமியப் பூச்சு சுமார் 1400°C வெப்ப நிலையில் கொடுக்கப்படுகிறது. உருளைப் பாத்திரத்தில் உலோகப் பொருளுடன் குரோமியம் துகள்கள் 55 சதவீதமும், அலுமினியம் ஆக்சைடு 45 சதவீதமும் அடைத்து, சுமார் 3 முதல் 4 மணி வரை சூடுபடுத்தவேண்டும். மிக மெல்லிய உலோகப் பூச்சு வேண்டுமாயின் ஒரு மணி நேரத் திற்கு உருளையை 1300°C வெப்பநிலையில் வைத்திருத்தல் வேண்டும். அலுமினிய ஆக்சைடு இக்கலவையில் இல்லாவிடில் குரோமியத் துகள்கள் ஒன்றுகூடிப் பின் விடுபடுவதால் உலோகப் பூச்சு நன்கு ஏற்படுவதில்லை.

அலுமினியத்தின் உருகுநிலை 660°C. அலுமினிய உலோகத் துகள்களுடன் 40 சதவீத அலுமினிய ஆக்சைடும், 1 முதல் 5 சத வீதம்வரை அம்மோனியம் குளோரைடும் கலந்த கலவையை உபயோகிக்கின்றனர். சுமார் 4 மணி நேரம் 600°C வெப்ப நிலையில் உருளைப் பாத்திரத்தை வைத்திருந்தால் உலோகப்

பொருள்களின்மேல் 0·1 லிருந்து 0·2 மி. மீ. அலுமினியப் படலம் உண்டாகின்றது. இவ்வாறு அலுமினியப் படலம் உள்ள பொருளை வெளியே எடுத்து, 12 மணி நேரம் வரை 800°C முதல் 900°C வெப்பநிலையில் வைத்திருந்தால், அலுமினியம் உலோகத்தின் பரப்பினுள் ஊடுருவி, 0·06 மி. மீ. முதல் 0·1 மி. மீ. வரை கனமுள்ள ஒரு உலோகக் கலவைப் படலமாக ஆகின்றது.

மின்முனைக் கவர்ச்சி முறை (Electrophoresis)

கூழ்நிலையிலுள்ள உலோகத் துகள்கள், ஒரேவிதமான மின் சுமைகளைப் பெற்றுள்ளன. உலோகப் பூச்சைப் பெறவேண்டிய உலோகத்தை ஒரு மின்முனையாகச் செயல்படச் செய்தால், உலோகப் பரப்பில் அந்த மின்முனையின் மின்சாரப் பண்பினின்று மாறுபட்ட மின்சுமைகளைத் தாங்கியுள்ள உலோகத் துகள்கள் படிகின்றன.

தெளித்தல் முறையில் பயன்படுத்தப்பட்ட கைத்துப்பாக்கியை யொத்த சாதனங்களின் உதவியால், உலோகத் துகள்களை வாயு கரைசல் நிலையில் பெறலாம். இக்கரைசலில், உலோகத் துகள்கள் காற்றில் கூழ்நிலையில் இருக்கின்றன. இப்படிப்பட்ட எதிர்மின் சுமைகளை (negative charges) கொண்ட துகள்களைத் தெளிக்கும் சாதனங்களை எதிர்மின் முனையாகவும், உலோகப் பூச்சு பூசப்படவேண்டிய பொருள்களை நேர்மின் முனைகளாகவும் அமைக்கின்றனர். இரு மின்முனைகளுக்கு முள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடு 100,000 வோல்ட்களாக இருக்கும்படியும் செய்கின்றனர்.

எதிர்மின் சுமைகளைத் தாங்கியுள்ள உலோகக் கூழ்த் துகள்கள், அதிக மின் அழுத்த வேறுபாட்டால் ஈர்க்கப்பட்டு, உலோகப் பரப்பில் நன்கு ஊன்றிவிடுகின்றன. இவ்வாறு அமையும் படலம், உலோகப் பரப்பிலிருந்து பெயர்ந்து விழுவதில்லை. மேலும், கூழ்நிலைத் துகள்களின் பரிமாணம், மூலக்கூறுகளின் பரிமாணத்தைவிடப் பன்மடங்கு பெரியதாகையால், தடிப்புள்ள உலோகப் படலம் சில விநாடிகளில் படிகின்றன.

உலோகப் பூச்சை இம் முறையில் கொடுக்கும்பொழுது பல தெளிக்கும் சாதனங்களை வரிசையாக அமைத்து, அதன்முன் உலோகப் பூச்சைப் பெறவேண்டிய பொருளை மெதுவாக நகரும்படி செய்வார்கள். சில சமயங்களில் வெவ்வேறு வகை உலோகக் கூழ்த் துகள்களைக் கொடுக்கக்கூடிய பல தெளிக்கும் சாதனங்களின் முன்னிலையில் உலோகப் பொருளைச் செலுத்தி,

எளிதில் பல உலோகங்களின் படலங்கள் ஏற்படும்படிச் செய்வார்கள். தெளிக்கும் சாதனங்கள் செய்யப்படுவதையும், அவற்றின்முன் பொருள் நகரும் வேகத்தையும், நன்கு அமைத்த பின் அதிக மேற்பார்வையின்றி தொடர்ந்து பல பொருள்களுக்கு மிகச் சிறிய காலத்தில் தடித்த உலோகப் பூச்சுகளை இம்முறையில் கொடுக்க முடிகின்றது.

வெற்றிடத்தில் உலோகத்தைப் படியவைத்தல் (Vacuum Metallizing)

ஒரு பொருளின் ஆவியாகும் திறன், வெப்ப நிலையையும், சுற்றுப்புறத்தின் அழுத்தத்தையும் பொறுத்துள்ளது. ஓர் உலோகத்தை, வெற்றிடத்தில் அதிக வெப்ப நிலைக்குச் சூடேற்றினால், அது எளிதில் ஆவியாகின்றது. இந்த ஆவி அருகிலுள்ள குளிர்ச்சியான பரப்புகளின்மீது படிந்து, ஒரு உலோகப் படலம் ஏற்படுகின்றது.

இம்முறையில்தான் கார் விளக்குகளின் பிரதி பலிக்கும் கூம்புவடிவச் சாதனங்கள் செய்யப்படுகின்றன. பிரதிபலிக்கும் சாதனத்தை யொத்த வார்ப்பை ஒரு வகைப் பிளாஸ்டிக் பொருளால் அமைக்கின்றனர். இதன்முன்பாக மெல்லிய அலுமினியக் கம்பியை Vவளைவில் அமைத்து, அதன் இரு முனைகளையும் பிளாட்டினக் கம்பிகளுடன் இணைக்கின்றனர். இவ்வாறு அமைந்த பல கூம்புகளை ஒரு அறையில் வைத்து, அறையின் காற்று அழுத்தத்தை வெகுவாகக் குறைக்கின்றனர். பிளாட்டினக் கம்பிகளை, மின் இணைப்புகளுடன் பொறுத்தி அலுமினியக் கம்பியை ஆவியாக மாறும்படிச் செய்கின்றனர், அலுமினிய ஆவி குளிர்ச்சியான நிலையிலுள்ள கூம்பு வார்ப்புகளின்மேல் படிந்து, மிக மெல்லிய அலுமினியப் படலம் உருவாகின்றது. இப் படலம் மிகப் பளபளப்பாக இருப்பதால், ஒளியை நன்கு பிரதி பலிக்கின்றது. இதே முறையில் எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய பிற உலோகங்கள் அல்லது உலோகக் கலவைகளின் படலங்களை ஆடம்பரப் பொருள்களின்மேல் படியவைக்கின்றனர். இப் படலங்களின் தடிப்பு மிக மெல்லியதாக இருக்கின்றது.

சில முக்கிய உலோகப் பூச்சுகள் (Some Important Metallic Coatings)

துத்தநாகம்: இரும்பின்மேல் துத்தநாகம் பூசப்படும்பொழுது, இரும்பு அரிமானத்திலிருந்து நன்கு காப்பாற்றப்படுகின்றது. துத்தநாக இரும்பு இரட்டையில், துத்தநாகம் நேர்மின் முனையாக

செயல்படுவதே இதற்குக் காரணமாகும். துத்தநாகத்தை வெப்பம் தோய்த்தல், உலோகத் துகள்களை ஊடுருவல் செய்தல் முறைகளில் பிற உலோகங்களின்மேல் பூசலாம். துத்தநாகம் பூசப்பட்ட இரும்புப் பொருள்கள் நீர்த் தொட்டிகள் செய்யவும், வேலிகள் அமைக்கவும், கூறைகள் வேயவும் பயன்படுகின்றன.

காப்பர்

காப்பர், இரும்பைவிட வேதிமந்தத் தன்மையுள்ள உலோகம். எனவே, இரும்பு வேதி வினைகளால் அரிமானம் அடையாமல் தடுக்கின்றது. காப்பர் இரும்பின்மேல் எளிதில் படிவதால், நீக்கல் குரோமியம், வெள்ளி, தங்கம் போன்ற பளபளப்பான பூச்சுகளை இரும்பின்மேல் பூசுவதற்கு முன்பாக, காப்பர் பூச்சை ஒரு இடைநிலைப் பூச்சாக அமைக்கின்றனர். காப்பர் பூச்சு தொடர்ச்சியாக நுண்துளைகளின்றி இருக்கின்றது.

காப்பர் மின் முலாம் பூசும் முறையில் முக்கியமாக மற்ற உலோகங்களின்மேல் பூசப்படுகின்றது தெளித்தல் முறையிலும், போர்த்துதல் முறையிலும், காப்பர் உலோகப் படலங்களைப் பிற உலோகங்களின் பரப்பின்மேல் அமைக்கமுடியும். காப்பர், காற்று மண்டலத்தினுள் ஆக்சிஜனுடனும், நீராவியுடனும் வினையுற்று, ஒரு கார ஆக்சைடைக் கொடுக்கும். இக்கார ஆக்சைடுப் படலம், நுண்துளைகளைப் பெற்றிருப்பதில்லை. மேலும், இது கடினமாகவும், தொடர்ச்சியாகவும் அமைகின்றதால் கார ஆக்சைடு படலம் தொடர்ந்து காப்பர் காற்று மண்டலத்தால் தாக்கப்படாமல் காக்கின்றது. ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு சூழ் நிலையிலும், ஒரு கடினப் படலம் தோன்றி, காப்பர் மேலும் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடினுல் தாக்காமலிருக்க உதவுகின்றது.

ஈயம்

ஈயம் வேதிமந்தத் தன்மையுள்ள உலோகம். இரும்பின் மேல் ஈயப்பூச்சு பூசப்படும்பொழுது இரும்பு வேதி வினைகளால் பங்கு பெறுமல் தடை செய்யப்படுகின்றது. ஈயப்பூச்சு பெற்றுள்ள இரும்புத் தகடுகளைத் தகரம் என அழைக்கின்ருேம். ஈயம் நச்சுத் தன்மையற்றதாக இருப்பதாலும், கரிமப் பொருள்களுடன் எளிதில் வினையுருததாலும், உணவுப் பண்டங்களைச் சேகரித்து வைக்கும் டப்பாக்கள் செய்வதற்குத் தகரம் பயன்படுகின்றது. தகரத்தை வளைப்பதினுலும், மடிப்பதினுலும் ஈயப் படலங்களில் வெடிப்புகள் ஏற்படுவதில்லை. மேலும், தகரங்களை எளிதில் பற்ற வைத்து ஒன்ருக இணைக்கமுடியும்.

தகரத்தில் எக்காரணத்திலாவது ஈயப்படலம் பெயர்ந்து இரும்பு வெளிப்படுமாயின், இரும்பு எளிதில் மிக வேகமாக அரிமானம் அடைகின்றது. இரும்பு, ஈய இரட்டையில் இரும்பு நேர்மின் முனையாக விளங்குவதே அது அரிமானம் அடையக் காரணமாக இருக்கின்றது. வெளிக்காற்று மண்டலத்துடன் தொடர்புள்ள இரும்பின் பரப்பைப்போல் (நேர்மின் முனை) ஈயப் படலத்தில் பரப்பு(எதிர்மின் முனை) மிக அதிகமாக இருப்பதால் இரட்டையில், உண்டாகும் மின் அடர்த்தி மிக அதிகமாக இருக்கின்றது. இதனால்தான் அரிமானம் மிகத் துரிதமாக நடைபெறுகின்றது. இக்காரணங்களினால் தகரத்தில் எளிதில் துவாரங்கள் ஏற்படுகின்றன.

தொழில் துறையில், பெருமளவில், இரும்புத் தகடுகளின்மேல் தோய்த்தல் முறையில் ஈயப் பூச்சை அமைக்கின்றனர். ஈய உற்பத்தியில் சுமார் பாதி, பாகம் இத்தொழிலில் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. ஈயப் பூச்சு எளிதில் இரும்பின்மேல் படியாதாகையால், சுத்தம் செய்யப்பட்ட இரும்புத்தகடு துத்தநாக குளோரைடு நீர்மத்தின் வழியே முதலில் செலுத்தப்பட்டு, பின்பு ஈய நீர்மத் தொட்டியினுள் செலுத்தப்படுகின்றது. அதிக வெப்ப நிலையில் ஈயம் காற்று மண்டலத்திலுள்ள ஆக்சிஜனுடன் வினையுறக் கூடியது. இவ்வினையைத் தவிர்க்க, ஈயம் பூசப்பட்ட இரும்புத் தகடு ஓர் எண்ணெய்த் தொட்டியின் வழியாகச் செலுத்தப் படுகின்றது. எண்ணெய் ஈயப்படலத்தின் வெப்ப நிலையைக் குறைப்பதுடன், ஈயம் சுற்றுப்புறக் காற்று மண்டலத்துடன் வினையுறுவதையும் தடுக்கின்றது.

நிக்கல்

தெளித்தல் முறையிலாவது, மின்முலாம் பூச்சு முறையிலாவது உலோகங்களின்மேல் நிக்கல் பூசப்படுகின்றது. நிக்கல் மந்த வேதித் தன்மையுள்ள உலோகம்; மிக்க பளபளப்பானது; கடினத் தன்மை வாய்ந்தது. நிக்கல் இரும்பின்மேல் எளிதில் படியாதாகையால், காப்பரை ஓர் இடைநிலைப் படலமாக அமைத்து, நிக்கல் பூசப்படுகின்றது. நிக்கல் இரும்பு இரட்டையில் நிக்கல் எதிர்முனையாக விளங்குகின்றது. இரும்பு கடினத் தன்மையைப் பெறுவதற்கும், உராய்வினால் ஏற்படக்கூடிய அழிவிலிருந்து காப்பாற்றப்படவும் நிக்கல் பூச்சை அமைக்கின்றனர். ஆடம்பரப் பொருள்களுக்கும்; நிக்கல் பூச்சுக் கொடுக்கப்படுகின்றது.

குரோமியம்

மின்பூச்சு முலாம் முறையாலும், உலோகத் துகள்களை ஊடுருவிச் செய்தல் முறையாலும், தெளித்தல் முறையாலும், குரோமியப் பூச்சை அமைக்கலாம். இரும்பின்மேல் குரோமியப் பூச்சுக் கொடுக்கப்படும்பொழுது காப்பரை ஓர் இடைநிலைப் பூச்சாக ஏற்படுத்துதல்வேண்டும். குரோமியம் ஒரு கடின உலோகமாக இருந்தபோதிலும், குரோமியப் பூச்சு மெல்லியதாக இருப்பதாலும், இடைநிலைப் பூச்சு மெதுத்தன்மையுள்ளதாக இருப்பதாலும் குரோமியம் பூசப்பட்ட பொருள்களின்மேல் எளிதில் பள்ளங்கள் விழுகின்றது. குரோமியம் வெளிக்காற்றுடன் வினையுற்று, மெல்லிய ஆக்சைடுப் படலம் உருவாகிறது. இப் படலம் தொடர்ச்சியாகவும், நுண்துளைகள் அற்றதாயும் உள்ள தால், மேலும் குரோமியம் வெளிக்காற்றுடன் வினையுறுவது தவிர்க்கப்படுகின்றது. இப்படலம் ஒளிபுகக்கூடிய தன்மையைப் பெற்றிருப்பதால், குரோமியத்தின் பளபளப்பு வெளித் தோற்றத் திற்குக் குறைவதில்லை. அமிலச் சூழ்நிலையில் குரோமியப் படலம் செயலறுநிலையை (passive state) அடைகின்றது. இக்காரணத் தாலும் அரிமானம் தொடர்ந்து நிகழ்வதில்லை.

குரோமியப் பூச்சு பொருள்களுக்குக் கடினத்தன்மையைக் கொடுக்கப்பயன்படுமாயின், படலம் தடிப்பாக இருக்கவேண்டும். அரிமானத்தைத் தடுக்கவும், பகட்டாகத் தெரியவும் கொடுக்கப் படும் குரோமியப் பூச்சு மிக மெல்லியதாகவே இருக்கும்.

அலுமினியம்

இந்த உலோகப் பூச்சு தெளித்தல் முறையிலாவது, உலோகத் தூள்களை ஊடுருவச் செய்தல் முறையிலாவது இரும்பின்மேல் கொடுக்கப்படுகின்றது. அலுமினியம் பூசப்பட்ட பொருள்களை வெப்பப்படுத்தினால் அலுமினியம் உலோகப்பரப்பினில் ஊடுருவி ஒரு உலோகக் கலவை உருவாகின்றது. இந்த உலோகக் கலவை உலோகத்தையும், வெளி அலுமினியப் படலத்தையும் பிரிக்கும் ஒரு படலமாக அமைகின்றது. அலுமினியமும், அலுமினிய உலோகக் கலவையும், உலோகத்தை அரிமானத்திலி ருந்து காக்கின்றது.

அலுமினியப் படலம், காற்று மண்டலத்துடன் வினையுற்று ஒரு ஆக்சைடு படலம் உண்டாகிறது. இந்த ஆக்சைடு படலத்தில் நுண்துளைகள் மலிந்து காணப்படுகின்றன. ஆன போதிலும் காலப்போக்கில் காற்றிலுள்ள நீராவி நுண்துளைகளில்

படிந்து, நீரேற்றிய ஆக்சைடு (hydrated oxide) உண்டாகின்றது. இப்படலம் தொடர்ச்சியாகவும், கெட்டியாகவும், நுண்துளைகள் அற்றதாகவும் உள்ளதால், காற்று இப்படலத்தைத் தாண்டிச் சென்று உலோகத்துடன் வினையுறுவதில்லை. சல்ஃபர் ஆக்சைடுகள் நிறைந்துள்ள சூழ்நிலையிலும், உலோகப் பொருள்களை அரிமானத்திலிருந்து காப்பாற்ற அலுமினியப் பூச்சு சிறந்ததாக இருக்கின்றது.

சேர்மப் பூச்சுகள் (Compounds as Coatings)

உலோகங்களை அரிமானத்திலிருந்து தடுக்கும் பொருட்டு, உலோகத்தின்மேல், கண்ணாடி போன்ற பொருளைப் பூச்சாக அமைக்கலாம். சில சமயங்களில், உலோகப் பரப்பை ஆக்சைடு சேர்மம் போர்த்தும்படிச் செய்தும் அரிமானத்தைத் தவிர்க்கலாம். நேர்மின் முனையாக்கல் முறையில் (Anodizing) அலுமினியம் போன்ற உலோகத்தின்மேல் எளிதில் ஆக்சைடு படலம் ஏற்படும் படிச் செய்யலாம். சில கனிமச் சேர்மங்களை உலோகப் பரப்பில் படியச்செய்தும் அல்லது உருவாக்கியும், உலோக அரிமானத்தைத் தவிர்க்கலாம்.

கண்ணாடிபோன்ற பொருளின் பூச்சு (Vitreous Coatings)

உலோகப் பரப்பின்மேல் பூசப்படும் இவ்வகைப் பூச்சைப் பீங்கான் எனாமல் (porcelein enamel) என்று அழைப்பதுண்டு. கண்ணாடி போன்ற பொருளாக அமையும் பூச்சுப் பொருளை சிலிகேட்டுகளின் கலவைகளாகக் கருதலாம்.

சிலிகா, ஃபெல்ட்ஸ்பார் போன்ற அமில ஆக்சைடுகளுடன் சோடியம் நைட்ரேட், சோடியம் கார்பனேட் போன்ற காரப் பொருள்களைக் கலந்து, மிகுந்த வெப்பநிலைக்கு கலவையைச் சூடேற்றுவார்கள். கலவை உருகி, கண்ணாடியை யொத்த பொருள் கிடைக்கின்றது இதனை ஃபிரிட் (frit) என அழைப்பர். ஃபிரிட்டை நீரில் நனைத்து கிடைக்கும் பொருளை நீருடன் கலந்து, தகுந்த இயந்திரங்களில் நன்கு அறைத்துக் கூழ்போன்ற பொருளைப் பெறுகின்றனர். இக் கூழுடன் சில சிலிகேட்டுகள், நிறப்பொருள் இவற்றைக் கலந்து, மேலும் நீருற்றி நன்கு கலக்கி, ஓரினமான (Homogeneous) மெல்லிய கூழ்போன்ற கலவையைப் பெறுகின்றனர். இதனைத் தொழிற்றுறையில் ஸ்லிப் (slip) என்று அழைப்பர்.

பூச்சைப் பெறவேண்டிய உலோகப் பொருளின் புறப் பரப்பை நன்கு சுத்தம் செய்தபின், பொருளை சோடியம்

கார்பனேட் கரைசல், அல்லது போராக்ஸ் கரைசலில் நனைத்து எடுக்கின்றனர். பின் இப்பொருளை ஸ்லிப்பில் நனைத்து எடுக்கின்றனர். மெல்லிய படலம் உலோகப் பொருளின்மேல் ஒட்டிக் கொள்கின்றது. இப் படலத்தின் தடிப்பு, ஸ்லிப்பின் பௌதிக வேதியத் தன்மைகளைப் பொறுத்திருக்கின்றது சூரிய வெப்பத்தில் இப் படலத்தை உலர்த்துகின்றனர்.

சிலிகேட் படலம் பூசப்பட்ட பொருளை எனுமல் உலை அடுப்பில் அதிக வெப்பநிலைக்குச் சூடுபடுத்துகின்றனர். சிலிகேட் பொருள்கள் உருகி, கண்ணாடியையொத்த படலம், உலோகப் பொருளின்மேல் ஏற்படுகின்றது. இதன் தன்மை, ஆரம்ப நிலையில் எடுத்துக்கொண்ட அமில காரப்பொருள்களைப் பொருத்தும், ஸ்லிப்பில் கலக்கப்படும் பொருள்களைப் பொறுத்துமிருகின்றது.

வேதிப் பொருள்கள் சேகரிக்கப்படும் தொட்டிகளின் உட்புறத்தில் போரோசிலிகேட் போன்ற பொருள்களினால் உண்டாகும் கண்ணாடிப் படலத்தை உருவாக்குகின்றனர். நீர்த் தொட்டிகளின் உட்புறத்தில் ஒளிபுகாத சோடியம், கால்சியம் சிலிகேட் படலம் உருவாகும்படியான மூலப் பொருள்களை எடுத்துக் கொள்கின்றனர். பூச்சைப் பெறும் உலோகத்தின் நீள் விரிவு மதிப்பையும் கருத்தில் கொண்டு, கண்ணாடிப் பொருள்களாக மாறும் மூலப் பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல் அவசியமாகும். எஃகு, அல்லது வார்ப்பிரும்பினால் ஆன பொருள்களின் புறப்பரப்பில் இரும்பு சிலிகேட் இடைநிலைப் படலமாகத் தோன்றி, கண்ணாடிப் படலம் நன்கு உலோகப் பொருள்களுடன் ஒட்டிக் கொள்ளும்படிச் செய்கின்றது.

இவ்வாறு உலோகப் பொருள்களின்மேல் அமையும் கண்ணாடி போன்ற பொருள்களின் பூச்சு, வேதிப் பொருள்களால் அழிவதில்லை. மற்றெல்லா வகைப் பூச்சைக்காட்டிலும், இப் பூச்சு வெப்பநிலை மாற்றங்களினால் அழிவதில்லை. இவ்வகைப் பூச்சுகள் முடிவுற்ற சிறு பொருள்களுக்கே கொடுக்கமுடியும். இப் பூச்சைப் பெற்றுள்ள தகட்டை வளைத்தால், பூச்சில் வெடிப்புகள் ஏற்பட்டு அந்த இடங்கள் மிக்க அரிமானம் அடைகின்றன.

நேர் முனையாக்கல் (Anodizing)

நேர் முனையில் உள்ள பொருளை ஆக்சீகரணம் அடையச் செய்யும் செயல்முறையை, நேர் முனையாக்கல் (Anodizing) என்று அழைக்கின்றனர். அலுமினியத்தையும், அலுமினியத்தை முக்கிய

உலோகமாகப் பெற்றுள்ள உலோகக் கலவையையும், இம் முறையில் ஆக்சீகரணம் அடையச் செய்யலாம்.

நேர் முனையாக்கல் வினைக்கு உட்படுத்தவேண்டிய அலுமினியப் பொருளை நன்கு சுத்தம் செய்து, சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் உள்ள ஒரு மின்பகுப்புக் கலத்தில் நேர்மின் முனையாக அமைக்கவேண்டும். சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் செறிவு 10 சதவீதத்திலிருந்து 75 சதவீதம் வரையிருக்கும். சுமார் 10 முதல் 13 ஆம்பியர் வரையுள்ள மின்னோட்டத் திறனும், 10 முதல் 20 வோல்ட்வரை உள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடுமுள்ள நேர் திசை மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தவேண்டும். வெப்பநிலை ஒரே சீராக இருக்கும்படி அமைக்கவேண்டும். மின் பகுப்பு நிகழ்ச்சி நடைபெற்று நேர்மின் முனையாகச் செயல்படும் அலுமினியத்தின் புறப்பரப்பு ஆக்சீகரணம் அடைகின்றது.



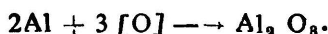
$H_2O \longrightarrow H^+ + OH^-$



$2(OH)^- +$ நேர்மின் முனை $\rightarrow 2(OH)$



$2(OH) \longrightarrow H_2O + [O]$



$2Al + 3[O] \longrightarrow Al_2O_3$.

சுமார் 30 மணித் துளிகளில் (minutes) அலுமினியப் பொருளின்மீது, தொடர்ச்சியாக ஒழுங்கான முறையில் ஒரு ஆக்சைடு படலம் உருவாகின்றது. இப் படலம் மிகுந்த அளவில் நுண் துளைகள் உள்ளதாக இருக்கின்றது. இவ்வாறு ஆக்சைடு படலத்தைப் பெற்றுள்ள பொருள், அது மின்பகுப்புக் கலனில் இருந்த நேரத்திற்குச் சமமான நேரம்வரை கொதிக்கும் நீரில் அமிழ்த்தி வைக்கப்படுகின்றது. பொருளின் பரப்பிலுள்ள அலுமினிய ஆக்சைடு, நீர் மூலக்கூறுகளை ஈர்த்து, நீரேற்றப் பட்ட ஆக்சைடாக மாறுகின்றது. இதனால் ஆக்சைடு படலத்தில் உள்ள நுண் துளைகள் யாவும் அடைபட்டு, தொடர்ச்சியான கடின நீரேற்றப்பட்ட ஆக்சைடு படலம், அலுமினிய உலோகப் பொருளின் மேல் உருவாகின்றது. ஆக்சைடு படலத்தை இவ்வாறு நீரேற்றப்பட்ட ஆக்சைடு படலமாக மாற்றுவதற்கு தொழிற்றுறையில் முத்திரையிடுதல் (Sealing) என்று பெயர்.

சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்திற்குப் பதிலாக போரிக் அமிலக் கரைசலைப் பயன்படுத்தி, பின் முத்திரையிடுதல் வினையும் செய்தால், மிக மெல்லிய நீரேற்றப்பட்ட அலுமினிய ஆக்சைடுப் படலத்தைப் பெறலாம்.

நேர் முனையாக்கல் செய்யப்பட்ட உலோகப் பரப்பில் வண்ணப் பொருள்கள் நன்கு எளிதில் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. தகுந்த கரிம சாயப் பொருள்களை (Dyes) மின்வகுப்புக் கலங்களில் கலப்பதன்மூலம், அலுமினியப் பொருள்களைப் பளிச்சிடும் நிறங் களுள்ள அழகுப் பொருள்களாக எளிதில் மாற்றலாம். கனிம நிறப் பொருள்களையும், நேர்மின் முனையில் படியக்கூடிய பிற மின் பகுப் பொருள்களையும், மின்பகுப்புக் கலத்தில் எடுத்துக் கொண்டு, அலுமினிய ஆக்சைடு படலத்தின்மேல் படியும்படிச் செய்யலாம்.

நேர்மின் முனையாக்கல் செய்யப்பட்ட அலுமினியப் பொருள்கள், அரிமானத்திலிருந்து காப்பாற்றப்படுகின்றன. ஆக்சைடு படலம் அரிதில் மின் கடத்தியாக இருக்கின்றது. தேய்வினல் ஏற்படக்கூடிய அழிவிலிருந்தும் இப்படலம் பொருள் களைக் காப்பாற்றுகின்றது. நேர்மின் முனையாக்கல் செய்யப்பட்ட அலுமினியப் பொருள்கள் ஆகாய விமானத்தின் பல பாகங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பல இயந்திரங்களின் அலுமினியப் பாகங்கள், ஆடம்பரப் பொருள்கள் அன்றுட வாழ்க்கையில் பயன் படும் பல அலுமினியப் பொருள்கள், இவற்றின்மேல் நேர் முனையாக்கல் முறையில் ஆக்சைடு படலத்தை தோற்றுவித்து, அவைகள் அரிமானம் அடையாமல் காப்பாற்றப்படுகின்றன.

உலோகப் பரப்பைச் சேர்மமாக்கல் முறை (Surface Conversion Process)

இம் முறையில் உலோகப் பரப்பில், ஒரு கனிமச் சேர்மம் உருவாகும் சூழ்நிலை ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. உலோகப் பரப்பில் தோன்றும் கனிமச் சேர்மப் படலம், உலோகம் அரிமானம் அடையாமலிருக்க உதவுகின்றது. சேர்மத்தின் மந்தத் தன்மை அல்லது செயலறு நிலை, சேர்மப் படலத்தின் பரப்பு, இப் பரப்பிற்கும் உலோகப் பரப்பிற்குமுள்ள விகிதம், சேர்மப் படலத்தின் தன்மை, இவற்றைப் பொறுத்துச் சேர்மம் படலத்தின் அரிமானத்தைத் தடுக்கும் திறன் அமைகின்றது.

எஃகுப் பொருள்களைத் துத்தநாக பாஸ்பேட், மாங்கனீசு பாஸ்பேட் கரைந்துள்ள பாஸ்பாரிக் அமிலக் கரைசலில் அமிழ்த்தி எடுத்தால், இரும்பு பாஸ்பேட், அதன் பரப்பில் உண்டாகின்றது. இப் படலம், செயலறு நிலையிலுள்ளதால், எஃகுப் பொருள் அரிமானத்திலிருந்து காப்பாற்றப்படுகின்றன.

துத்தநாகம் அல்லது துத்தநாகம் பூசப்பட்ட பொருள்களை, அமிலம் கலந்த பொட்டாசியம் டைக் குரோமேட் கரைசலில் அமிழ்த்தி எடுத்தால், ஒரு ஆக்சைடு படலம் உருவாகின்றது. இப் படலம், துத்தநாகத்தை அரிமானத்திலிருந்து காக்கின்றது.

அலுமினியம் அல்லது அலுமினிய உலோகக் கலவைப் பொருள்களைப் பொட்டாசியம் குரோமேட் கரைந்துள்ள சோடியம் கார்பனேட் கரைசலில் சுமார் 80° C வெப்பநிலையில் 10 நிமிடங்கள் வைத்திருந்தால், பொருளின் புறப்பரப்பில் மெல்லிய கார ஆக்சைடுப் படலம் உருவாகின்றது. இப் படலம் பொருள் அரிமானம் அடைவதைத் தடுக்கின்றது.

உலோகப் பரப்பில் இவ்வாறு அடையப்படும் ஆக்சைடு, அல்லது மற்ற சேர்மப் படலங்கள், நிற ஊன்றிகளாகச் செயல் படக் கூடியவைகளாகவும் இருக்கின்றன. அரிமானத்தைத் தடுக்கக்கூடிய கரிமப் பூச்சுகள், பூசுவதற்கு முன்பாக, உலோகப் பரப்பில் இம் முறையில் கனிமச் சேர்மப் படலத்தை உருவாக்கு வதனுல் கரிமப் பூச்சுக்கள் நன்கு ஊன்றி, உலோகத்தின்மேல் படிவதுடன் பொருள்கள் அரிமானத்திலிருந்து நன்கு காப் பற்றவும் படுகின்றன.

6. கரிமப் பூச்சுகள்

(ORGANIC COATINGS)

வர்ணப்பூச்சு—உலரக்கூடிய எண்ணெய்—எண்ணெ உலருதல் — நிறப்பொருள்கள் — நிறம் — மூடும்திறன்— பலப்படுத்தும் திறன்—எண்ணெய் உறிஞ்சும் திறன்— உலர்த்திகள்—நீர்க்கும் பொருள்கள்—வர்ணப் பூச்சைத் தயாரித்தல்—சிலசிறப்பு வர்ணப் பூச்சுக்கள்—நீர் வர்ணப் பூச்சுகள்—வெப்பம் தாங்க வல்ல வண்ண பூச்சுகள் எரிதலை ஒடுக்கும் வர்ணப் பூச்சுகள்—வெப்ப நிலையைக் காட்டும் வர்ணப் பூச்சுகள்—நீர்த் துளிகள் படிவதைத் தடுக்கும் வர்ணப் பூச்சுகள் —நீர் வெறுக்கும். வர்ணப் பூச்சுகள்—காளான் கொல்லி வர்ணப் பூச்சுகள்—ஒளிரும் வர்ணப் பூச்சுகள்—மெருகெண்ணெய்ப் பூச்சுக்கள்—எனாமல் பூச்சுகள்—அரக்கெண்ணெய் பூச்சுக்கள்—பாரஃபின் பூச்சுகள்.

கரிமப் பூச்சுகள் (Organic Coatings)

உலோகப் பொருள்களை அரிமானத்திலிருந்து தடுக்கவும், அலோகப் பொருள்களை காலப்போக்கில் கெட்டு அழிதலிலிருந்து தடுக்கவும், பொருள்களின்மேல் கரிமப் பூச்சுகள் பூசப்படுகின்றன. இவ்வகைப் பூச்சுகள் பொருள்கள் அழிவதிலிருந்து காப்பதுடன், அதற்குத் தனி அழகையும், பொலிவையும் கொடுக்கின்றன.

கரிமப் பூச்சுக்களில் கரிமப் பொருள்கள் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. பலவகைப் பூச்சுகளில் கனிமப் பொருள்களும் உள்ளன. ஆனால் கனிமப் பொருள்களின் சதவீதம் குறைவாகவே இருக்கும்.

கரிமப் பூச்சுக்களில் மிகவும் முக்கியமானது வர்ணப் (paint) பூச்சாகும். வர்ணப் பூச்சுகள் உலோகங்களின்மேலும், மரப் பொருள்களின்மேலும் கொடுக்கப் படுகின்றன. ஒளிரும் வர்ணப் பூச்சுகள், நச்சுக் கொல்லி வர்ணப்பூச்சுகள் போன்ற சில சிறப்பு வர்ணப் பூச்சுகளும் சில குறிப்பிட்ட விளைவுகளைக் கொடுக்கப் பயன்படுகின்றன. மெருகெண்ணெய்ப் பூச்சு, எனுமல் பூச்சு, அழ கெண்ணெய்ப் பூச்சு, பாரஃபின் பூச்சு போன்ற பூச்சுகளும் கரிமப் பூச்சுக்களின் வகைகளாகும்.

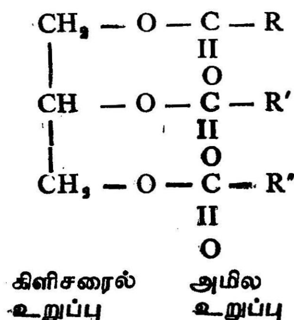
வர்ணப் பூச்சு (Paints)

பொருள்களின் புறப்பரப்பின் மீது பூசப்படும் வர்ணப் பூச்சு களில், பொதுவாக (a) உலரக்கூடிய எண்ணெய் (b) நிறப் பொருள் (c) உலர்த்திகள் (d) நீர்க்கும் பொருள் என்ற நான்கு முக்கியப் பொருள்கள் அடங்கியுள்ளன.

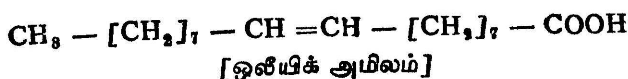
உலரக்கூடிய எண்ணெய் (Drying oil)

வர்ணப் பூச்சுக்களின் முக்கிய பாகமாக இருப்பது அதிலுள்ள எண்ணெய்ப் பொருளேயாகும். எண்ணெய்ப் பொருளில் தான் மற்றப் பொருள்கள் கலக்கப்படுகின்றன. எனவே, வர்ணப் பூச்சில் பயன்படும் எண்ணெய்ப் பொருளை 'வாகனம்' என்று தொழில் நுட்பத் துறையில் அழைப்பதுண்டு. வர்ணப் பூச்சில் வாகனமாகப் பயன்படும் எண்ணெய்ப் பொருள், தாவரங்களி லிருந்தோ, பிராணிகளிலிருந்தோதான் பெறப்படுகின்றன.

தாவர, பிராணி எண்ணெய்கள் யாவும், எஸ்டர்களென அழைக்கப்படும் ஒருவகை கரிமப் பொருள்களாகும். இவைகளை கிளிசரினும், கொழுப்பு அமிலங்களும் சேர்ந்து இயற்கையில் உண்டான எஸ்டர்களாகக் கருதவேண்டும். இவற்றின் வாய் பாடுகளைக் கீழ்வருமாறு எழுதலாம்.

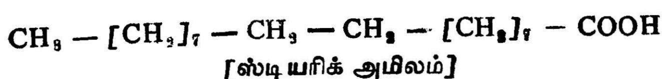


கிளிசிரைல் உறுப்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள R′, R″. R‴ என்ற உறுப்புகள் அமில உறுப்பைக் குறிக்கின்றன. அவைகள் கீழ்க்காணும் அமிலங்களாக இருக்கலாம்.



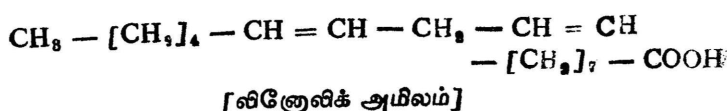
$$CH_3 - [CH_2]_7 - CH = CH - [CH_2]_7 - COOH$$

[ஒலீயிக் அமிலம்]



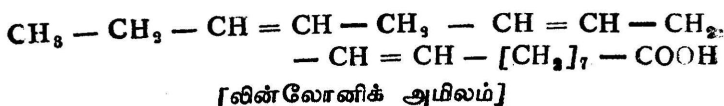
$$CH_3 - [CH_2]_7 - CH_2 - CH_2 - [CH_2]_7 - COOH$$

[ஸ்டியரிக் அமிலம்]



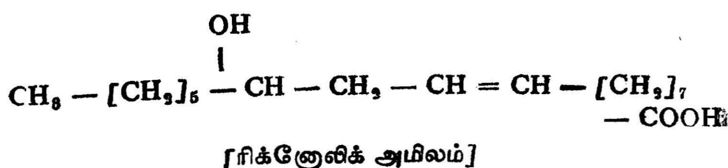
$$CH_3 - [CH_2]_4 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - [CH_2]_7 - COOH$$

[லினோலிக் அமிலம்]



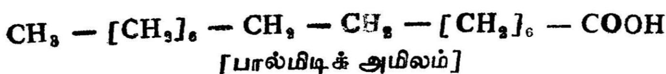
$$CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - [CH_2]_7 - COOH$$

[லின்லோனிக் அமிலம்]



$$CH_3 - [CH_2]_5 - \underset{}{\overset{OH}{\overset{|}{CH}}} - CH_2 - CH = CH - [CH_2]_7 - COOH$$

[ரிக்னோலிக் அமிலம்]



$$CH_3 - [CH_2]_6 - CH_2 - CH_2 - [CH_2]_6 - COOH$$

[பால்மிடிக் அமிலம்]

இயற்கையில் கிடைக்கும் தாவர, பிராணி எண்ணெய்களை, அவைகளின் உலரும் தன்மைக்கேற்ப மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகை உலரா எண்ணெய் எனப்படும். இது வர்ணப் பூச்சு தயாரிக்கும் தொழிற்சாலையில் பயன்படுவதில்லை. இரண்டாவதாக, பாதி உலரும் எண்ணெய் (Semi-drying oil) எனப்படும்.

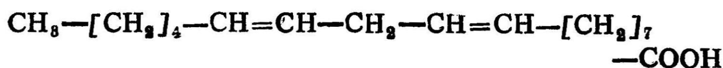
இவைகளும் வர்ணப் பூச்சு தயாரிப்பதில் அதிகம் பயன் படுத்தப்படுவதில்லை. ஆனால் இவ்வகை எண்ணெய்களைத் தகுந்த வேதிமுறைகளில் பக்குவப்படுத்தி, வர்ணப் பூச்சுகள் தயாரிப்பதில் பயன்படுத்தப்படுவதும் உண்டும். மூன்றாவது உலரும் எண்ணெய் என்ற வகையாகும். இதனையே வர்ணப் பூச்சுகள் செய்யப் பயன் படுத்துகின்றனர்.

எண்ணெயின் உலரும் தன்மை, அமில உறுப்பு பாகத்தின் அமைப்பைப் பொறுத்துள்ளதாகும். இரட்டைப் பிணைப்பின்றி நிறையுற்ற (saturated) அமிலம் உறுப்பாக இருப்பின், அந்த எண்ணெய் உலராத தன்மையைப் பெற்றிருக்கும். ஸ்டீயரிக் அமில உறுப்பும், பால்மிடிக் அமில உறுப்பும் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. அமில உறுப்பில் ஒரு இரட்டை பிணைப்பு இருப்பின், அது ஓரளவு உலரக்கூடியதாக இருக்கும். ஓலியிக் அமில உறுப்பும், ரிக்னோலிக் அமிலப் உறுப்பும் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. தகுந்த வேதி வினைகளால், மற்றொரு இரட்டை பிணைப்பை இந்த உறுப்புக்களில் புகுத்தி, இவற்றை உலரும் எண்ணெய்களாக மாற்றலாம். இவ்வகை எண்ணெய்கள் ஓரளவுதான் வர்ணப் பூச்சுத் தொழிலில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இரட்டைப் பிணைப்புகள், அமில உறுப்பிலிருப்பின் அவை உலரும் எண்ணெய்களாக உள்ளன. லினோலினிக் அமில உறுப்பும் இவ்வகையினைச் சார்ந்தவை. இவ்வகை அமில உறுப்புகளைப் பெற்றுள்ள தாவர, பிராணி எண்ணெய்களே பெரும்பாலும் வர்ணப் பூச்சு தயாரிக்கும் தொழிலில் வாகனங்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எண்ணெய் உலருதல் (Drying of the Oil)

வர்ணப் பூச்சிலுள்ள எண்ணெய் உலருதலை ஒரு பௌதிக வினையாகக் கொள்வதற்கில்லை. சில வேதிவினைகள் தொடர்ந்து நிகழ்வதால், நீர்ம நிலையிலுள்ள எண்ணெய்ப் பொருள் திண்ம நிலையை அடைகின்றது. நீர்ம நிலையிலுள்ள எண்ணெய் மூலக் கூறுகளில் சில பகுதி, வாயு நிலையை அடைந்து, வர்ணப் பூச்சுப் படலத்திலிருந்து விடுபடுகின்றது. மீதமுள்ள மூலக் கூறுகளின் பகுதிகள் ஒன்றாக வேதி இணைப்புகளால் கட்டுண்டு, மிகப்பெரிய திண்ம அரக்க மூலக் கூறுகளாக மாறுகின்றன. இந் நிகழ்ச்சிகளை கீழ்க்காணும் முறையில் விளக்கலாம்.

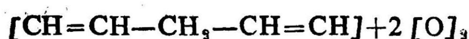
இரண்டு இரட்டைப் பிணைப்புகளைப் பெற்றுள்ள, அமில உறுப்புகள் உள்ள எண்ணெயை எடுத்துக்கொள்வோம்.

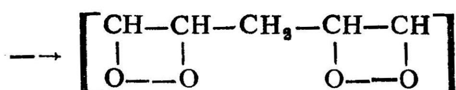


$$CH_3—[CH_2]_4—CH=CH—CH_2—CH=CH—[CH_2]_7—COOH$$

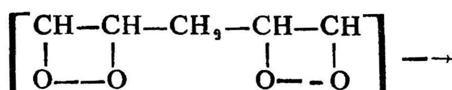
[லினோலிக் அமிலம்]

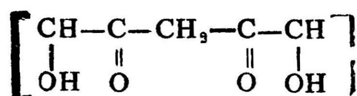
இரட்டைப் பிணைப்புகள் கிளர்வு பெற்ற மையங்களாக இருப்பதால் காற்று மண்டலத்திலுள்ள ஆக்சிஜன் இவ்விடத்தில் வினையுற்று கரிம பர் ஆக்சைடு உருவாகின்றது.



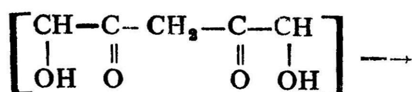


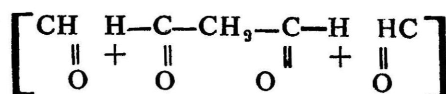
கரிம பர் ஆக்சைடு தொகுதி நிலையற்றதாகையால் இத் தொகுதியைப் பெற்றுள்ள மூலக்கூறு சில மாறுதல்களை அடைகின்றது. இதனால் கீட்டோ தொகுதிகளும், ஆல்கஹால் தொகுதிகளும் மூலக்கூறில் தோன்றுகின்றன.

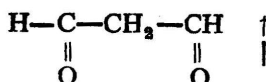




கீட்டோ தொகுதிகளையும், ஆல்கஹால் தொகுதிகளையும் பெற்றுள்ள மூலக்கூறின் பகுதி சிதைந்து, சிறிய மூல்க்கூறுகளும், வினை செயல் தொகுதிகளை (functional groups) மூலக்கூறுகளின் இறுதியில் பெற்றுள்ள மூலக்கூறுகளும் தோன்றுகின்றன.







சிறிய மூலக்கூறுகள் வாயு நிலையில் உள்ளதால், அவை பொருளின் பரப்பிலிருந்து விடுபட்டு வாயு மண்டலத்தில் சேருகின்றன.

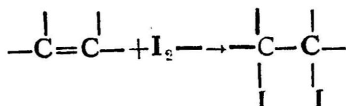
எஞ்சியுள்ள மூலக்கூறுகளின் இறுதியில் வினைச் செயல் தொகுதிகள் இருப்பதால், அவைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று வினையுற்று

மிகப்பெரிய மூலக்கூருக எல்லாப் பக்கங்களிலும் வியாபிக்கின்றது. இவ்வாறு வலைபோன்ற அமைப்பைப் பெற்று, முப்பரிமாணத்திலும் (three-dimensions) வளரும் மூலக்கூறுகள் அரக்க மூலக்கூறுகளாக அமைவதால், அவைகள் திண்ம நிலையைப் பெறுகின்றன. இத்திண்மம், பொருளின் பரப்பில் ஒரு படலமாக இருக்கின்றது. இவ்வாறு அமையும் படலத்தில் நிறப் பொருள்களும் பிற பொருள்களும் இருப்பதால், படலம் மிகக் கெட்டித் தன்மையை அடைகின்றது. பொருளைச் சூழ்ந்துள்ள வாயுப் பொருள்களையும் பிற பொருள்களையும் வர்ணப் பூச்சுப் படலம் பிரிக்கின்றது.

உலரும் எண்ணெயிலிருந்து கிடைக்கும் படலம், எண்ணெய்ப், பொருளின் தன்மையையும், வண்ணப் பூச்சில் அதன் செறிவையும் பொறுத்திருக்கும். இப் படலம் பாகுத் தன்மையையும், மீட்சித் தன்மையையும் பெற்றுள்ள திண்மப் பொருளாகும். இது கரிம நீர்மங்களான ஈதர், கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு, பென்சீன் போன்ற நீர்மங்களில் எளிதில் கரையக்கூடியது. படலத்தில் நிகழும் வேதிவினைகள் முற்றுப் பெறுமல் தொடர்ந்து சில சுருக்கு வினைகளும், பலபடிவினைகளும் நடைபெறுவதால் நாளடைவில் படலத்தின் பண்புகள் மாறுகின்றன.

அயோடின் எண் (Iodine Number)

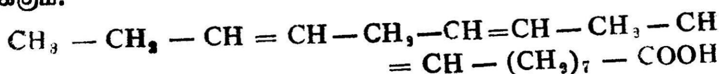
உலரும் எண்ணெயின் வேதிப் பண்புகள், அதிலுள்ள அமில உறுப்பிலுள்ள இரட்டைப் பிணைப்புகளைப் பொறுத்துள்ள தென்பதை யறிந்தோம். ஓர் எண்ணெயிலுள்ள இரட்டைப் பிணைப்புகளின் அளவை மதிப்பிடுவதற்கு அயோடின் எண் ஒரு அளவுகோலாக இருக்கின்றது. ஒரு கிராம் எண்ணெயில் எத்தனை மில்லி கிராம் அயோடின் வினையுறுமோ; அதுவே அந்த எண்ணெயின் அயோடின் எண் ஆகும். இரட்டைப் பிணைப்பில் ஏற்படக்கூடிய கூட்டுவினையின் விளைவினால்தான் அயோடின் வினையுறுகின்றது.



$$-\overset{|}{C}=\overset{|}{C}- + I_2 \longrightarrow -\underset{I}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}-\underset{I}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}-$$

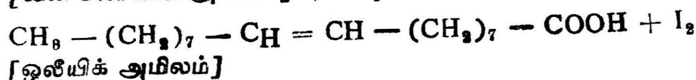
லின்லோனிக் அமில உறுப்பைப் பெற்றுள்ள எண்ணெயின் அயோடின் எண், ஒலீயிக் அமில உறுப்பைப் பெற்றுள்ள

எண்ணெயின் அயோடின் எண்ணெய் போன்று மூன்று மடங்கு இருக்கும்.



$$CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$$

[லின்லோனிக் அமிலம்] $+ 3 I_2$



$$CH_3 - (CH_2)_7 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH + I_2$$

[ஒலீயிக் அமிலம்]

வர்ணப் பூச்சுத் தொழில் துறையில் பயன்படும் எண்ணெய்களுள் லின்சீட் எண்ணெய் (linseed oil) மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. அடுத்து டங் எண்ணெயும் (Tung oil), சோயா விதை எண்ணெயும் (Soya beans oil), ஆமணக்கு எண்ணெயும் (Castor oil) பயன்படுகின்றன.

லின்சீட் எண்ணெய் (Linseed oil)

லின்சீட் எண்ணெயை நிறப்பொருள்களுடன் கலக்கப்பட்டோ அல்லது கலக்கப்படாமலோ, 1720ம் ஆண்டு முதல் பொருள்களின் புறப்பரப்பின்மேல் பூச்சை அமைக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. லின்சீட் எண்ணெய் வெப்ப நாடுகளில் வளரும் ஃபிளாக்ஸ் (flax) என்ற ஒருவித மரத்தின் விதைகளிலிருந்து பெறப்படுகின்றது. விதைகளிலிருந்து எண்ணெயைப் பல முறைகளில் பிரித்தெடுக்கின்றனர். சாதாரண வெப்ப நிலையில் பிழிந்தெடுத்தல் (cold pressing) ஒரு முறையாகும். தகுந்த கரிம நீர்மங்களைப் பயன்படுத்தி, சாறு இறக்கல் (extraction) மற்றொரு முறையாகும். அதிக வெப்ப நிலையில் பிழிந்தெடுத்தல் (hot pressing) மூன்றாவது முறையாகும். வர்ணப் பூச்சுக்குத் தேவைபடும் லின்சீட் எண்ணெய் பெரும்பாலும் மூன்றாவது முறையினாலேயே பெறப்படுகின்றது.

ஃபிளாக்ஸ் விதைகளைச் சேகரித்து, அவைகளை உலர்த்தி, பின்பு தகுந்த இயந்திரங்களின்மூலம் நன்கு அறைத்துப் பொடியாக்குகின்றனர். இதனைச் சுமார் 80°C வெப்ப நிலைக்குச் சூடு படுத்துகின்றனர். இந்நிலையிலுள்ள தூள்களைச் சாக்குப் பைகளில் கட்டி, இயந்திரங்களின்மூலம் அதிக அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்துகின்றனர். இது சமயம் லின்சீட் எண்ணெய் வெளியேறுகின்றது. மீதமுள்ள திண்மப் பொருளைக் கால்நடைத் தீவனமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

லின்சீட் கச்சா எண்ணெய் கலங்கலாக இருக்கும். இதனைக் கொள்கலன்களில் 4 முதல் 6 மாதங்கள்வரை வைத்திருந்தால், தொங்கல் நிலையிலுள்ள திண்மப் பொருள்கள் கீழ்மட்டத்தில் படிந்துவிடுகின்றன. மேல்மட்டத்திலுள்ள எண்ணெயை தகுந்த முறையில் பதப்படுத்தி, பின் வர்ணப் பூச்சுக்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

அமில முறை (Acid Process)

சுமார் 2000 முதல் 4000 லிட்டர் கொள்ளளவும் உட்பக்கம் ஈயத் தகடுகளால் பொருத்தப்பட்டதாயுமுள்ள தொட்டிகளில் கச்சா எண்ணெயை எடுத்துக்கொள்கின்றனர். எண்ணெயின் எடையில் ஒரு சதவீதம் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைக் கலந்து, கலவையைக் கலக்கிகளைக் கொண்டு நன்கு கலக்குகின்றனர். பின்பு எண்ணெயைத் தெளிய வைத்து வடிகட்டுகின்றனர். இந்த எண்ணெயை நீருடன் நன்கு கலக்கி, சுமார் 12 மணிநேரம் தெளிய வைத்தால், எண்ணெயும், நீரும் தனி அடுக்குகளாகப் பிரிகின்றன. எண்ணெயை மட்டும் வடிகுழாயின் (Siphon) உதவியால் பிரித்தெடுக்கின்றனர். இம்முறையில் பெறப்படும் எண்ணெயில், அமில பாகம் சற்று அதிகமாக இருக்கின்றது. இதனால் வர்ணப் பூச்சுக்கள் பொருள்களின் புறப்பரப்பில் நன்கு ஒட்டிக் கொள்கின்றன.

கார முறை (Alkali Process)

தொட்டியில் எண்ணெயை எடுத்துக்கொண்டு அதனுடன் 10 சதவீத செறிவுள்ள சோடாக் கரைசலை நன்கு கலக்குகின்றனர். தொங்கல் நிலையிலுள்ள பொருள்கள் யாவும், தொட்டியில் படிந்து விடுகின்றன. தெளிவாக உள்ள எண்ணெயை வேறு தொட்டிக்கு மாற்றுகின்றனர். சோடாக் கரைசல் கலக்கப்படும் அளவு, எண்ணெயிலுள்ள அமிலப் பொருள்களின் செறிவைப் பொருத்திருக்கும். இம்முறையில் பதன்படுத்தப்பட்ட எண்ணெய் மெருகெண்ணெய் பூச்சுக்கள் தயாரிப்பதில் பயன்படுத்தப் படுகின்றது.

ஊது முறை (Blowing Process)

இம்முறையில் பதப்படுத்தப்படும் எண்ணெய் 'ஊது எண்ணெய்' (Blown oil) என அழைக்கப்படும். எண்ணெயை 120°C லிருந்து 170°C வரை வெப்பப்படுத்தி, வெப்பநிலையிலுள்ள

எண்ணெயுடன் சிறிதளவு காரீய அல்லது மாங்கனீச அல்லது கோபால்ட் ஆக்சைடுகளைக் கலக்குகின்றனர். இக் கலவையினுள் காற்றைச் செலுத்துகின்றனர். உலோக ஆக்சைடுகள் எண்ணெயி லுள்ள அமிலங்களுடன் வினையுற்று, கரிம உப்புகளாக மாறுகின்றன. இந்த கரிம உப்புகள், வர்ணப் பூச்சுக்களில் உலர்த்திகளாக (driers) செயல்படுகின்றன. இவ்வகையில் பதப்படுத்தப்படும் எண்ணெய் சுமார் 8 மணி நேர அளவில் உலரக்கூடிய தன்மையைப் பெறுகின்றது.

லின்சீட் எண்ணெய்யில் உள்ள அமிலங்களின் சதவீதங் களாவன :

பால்மிடிக் அமிலம் } ஸ்டியரிக் அமிலம் }	= 8 — 11%
ஒலீயிக் அமிலம்	= 5 — 19%
லினோலிக் அமிலம்	= 23 — 63%
லினோலினிக் அமிலம்	= 24 — 50%

டங் எண்ணெய் (Tung Oil)

சீனாவில் உற்பத்தியாகும் டங் என்ற மரத்தின் விதையிலிருந்து இந்த எண்ணெய் பெறப்படுகின்றது. இந்த எண்ணெயும், கி. பி. 1852 ஆண்டிலிருந்தே வர்ணப் பூச்சுகள் தயாரிப்பதில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது எளிதில் உலரக்கூடியது. இது உலருவதால் பெறப்படும் படலம், கடினத் தன்மையையும் ஒளிபுகாத் தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. இந்த எண்ணெய் கப்பல்களின் அடித்தளத்திற்குப் பயன்படும் வர்ணப் பூச்சுகள் செய்வதற்கும், மெருகெண்ணெய் தயாரிப்பதற்கும் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

சோயா விதை எண்ணெய் (Soyabeans Oil)

சோயா என்பது அவரையினத்தைச் சார்ந்த தாவரமாகும். இதன் விதைகளிலிருந்து பெறப்படும் எண்ணெயும் பெருமளவில் வர்ணப் பூச்சுகள் தயாரிப்பதில் பயன்படுகிறது. இது லின்சீட் எண்ணெய், டங் எண்ணெய் இவற்றை விட சற்று மெதுவாகவே உலரக்கூடிய தன்மையுடையது. இந்த எண்ணெய் உலருவதால் பெறப்படும் படலம் வளையும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. இப் படலத்தில் வெடிப்புகள் ஏற்படுவதில்லை. சோயா எண்ணெய் சில சிறப்பு வர்ணப் பூச்சுகளின் தயாரிப்பிலும் பயன்படுகிறது.

ஆமணக்கு எண்ணெய் (Castor Oil)

ஆமணக்கு எண்ணெயில் ரிக்னோலிக் அமில உறுப்பு அதிக அளவில் காணப்படுகின்றது. இந்த அமில உறுப்பில் ஒரு இரட்டைப் பிணைப்புதானுள்ளது.

இது ஓரளவு உலரும் தன்மையைத்தான் பெற்றுள்ளது. தகுந்த வேதி முறைகளில், ரிக்னோலிக் அமில உறுப்பிலிருந்து நீர் மூலக்கூறு நீக்கப்பெற்றால், லினோலிக் அமில உறுப்பு கிடைக்கின்றது. இவ்வாறு பதன் செய்யப்பட்ட ஆமணக்கு எண்ணெயை வர்ணப் பூச்சுகள் தயாரிப்பதில் பயன்படுத்துகின்றனர். இந்த எண்ணெயில் நிறப் பொருள்கள் எளிதில் கலக்கின்றன. இதிலிருந்து பெறப்படும் படலம், வளையக்கூடிய தன்மையையும், நீரை வெறுத்து ஒதுக்கும் தன்மையையும் பெற்றுள்ளது.

மாற்றி அமைக்கப்பட்ட எண்ணெய்கள் (Modified Oils)

தாவர எண்ணெயை சில வேதி வினைக்கு உட்படுத்திப் பெறப்படும் எண்ணெய்களையே பெருமளவில் பூச்சுகளில் தற்காலத்தில் பயன்படுத்துகின்றனர். எண்ணெயில் ரிக்னோலிக் அமில உறுப்பு இருப்பின் தகுந்த வேதி வினைகளின்மூலம், நீர் நீக்கம் செய்து, ஒன்றுவிட்ட இரட்டைப் பிணைப்புள்ள (conjugate double-bond) அமில உறுப்பைப் பெறமுடியும். இவ்வகை அமைப்புள்ள உறுப்பு மிக எளிதில் வேதி வினையுறுகின்றது. எளிதில் படிபடியாக்கல் வினைமூலம், மிகப் பெரிய மூலக்கூறுகளைக் கொடுக்கக் கூடியது.

சில வேதி வினைகள்மூலம் கிளிசரால் போன்ற பல ஹைட்ராக்சி தொகுதிகளைக் கொண்ட மூலக் கூறுகளை எண்ணெயிலுள்ள இரட்டைப் பிணைப்புகளில் புகுத்தலாம். இதனால் எண்ணெயிலுள்ள அமில உறுப்பின் பண்புகள் வெகுவாக மாறுபடுகின்றன. இவ்வகை எண்ணெய்கள் உலருவதால் ஏற்படும் படலங்கள் மிக வளையும் தன்மையையும், எளிதில் பொருள்களின் புறப்பரப்பில் ஒட்டிக்கொள்ளும் தன்மையையும் பெற்றுள்ளன. மேலும் இவ்வகை எண்ணெய்ப் பொருள்களை வாகனங்களாகப் பயன்படுத்திப் பெறப்படும் பொருள்கள், மலிவான நீர்க்கும் பொருள்களில் கரையக்கூடியனவாகவும் உள்ளன.

வாகனமாகப் பயன்படுத்தப்படும் எண்ணெய்ப் பொருள்கள் உலருவதால் ஏற்படும் படலம் பொருளின் புறப்பரப்பில் ஒட்டிக்

கொள்கின்றது. இப்படலத்தில் தான், நிறப் பொருள்கள் போன்ற பிறபொருள்களும் உள்ளன. இப்படலம், பொருளின் புறப்பரப்பு, அதனைச் சூழ்ந்துள்ள பொருள்களுடன் வினை யுறுதவாறு தடுக்கின்றது. இப்படலம் தொடர்ந்து சில வேதி வினைகள் நடைபெறுவதால் ஏற்படுகின்றது. இவ்வினைகள் மேலும் தொடர்ந்து நடைபெறக்கூடியதாகையால் இப்படலங்கள் நீண்ட காலம் நிலைத்திருப்பதில்லை. இப்படலத்தின் தன்மைகள். வாகனத்துடன் கலக்கப்படும் பிற பொருள்களினால் ஓரளவு மாறி அமையக் கூடியவைகளாக உள்ளன.

நிறப்பொருள்கள் (Pigments)

வர்ணப்பூச்சுத் தயாரிப்பினால் பயன்படுத்தப்படும் நிறப் பொருள்களில் பெரும்பாலானவை கனிமப் பொருள்களாகும். நிறப் பொருளின் முக்கியமான செயல், வர்ணப் பூச்சுக்கு நிறத்தையும், ஒளி புகாத் தன்மையையும் கொடுப்பதாகும். நிறப் பொருள்கள் எண்ணெயிலிருந்து பெறப்படும் படலத்திற்கு வலிமையையும் கொடுக்கின்றன. நிறப்பொருள்கள் கடிம கடினப் பொருள்களாக இருத்தலால், கரிமப் படலத்திற்கு மிக்க பௌதிக வலிமையைத் தருகின்றது. பெரும்பாலான கனிம நிறப் பொருள்களில் ஒளி ஊடுருவிச் செல்வதில்லை யாகையால் கரிமப் படலத்தை ஒளியின் தாக்குதலினின்றும் பாதுகாக்கின்றது. இக் காரணத்தால், படலத்தில் ஏற்படும் வினைகளின் வேகம் மிகக் குறைந்து, படலம் நீண்ட நாட்கள் கெட்டழியாமல் இருக்கின்றது.

நிறப்பொருள்கள் சேர்க்கப்படுவதால், எண்ணெயின் பாகுத் தன்மை மிகவும் பாதிக்கப்படுகின்றது. பொருளின்மேல் அமையும் வர்ணப் பூச்சின் தடிப்பு, வர்ணத்தின் பாகுத் தன்மையைப் பெரிதும் பொறுத்துள்ளதால், நிறப்பொருள்கள் பூச்சின் தடிப்பைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

கனிம நிறப் பொருள்களின் நிறை அதிகமாக இருப்பதால், வர்ணத்தின் நிறை வெகுவாக அதிகரிக்கப்படுகின்றது.

நிறப் பொருளின் பௌதிக, வேதித் தன்மைகளுக்கேற்பவும், வர்ணத்தில் அவற்றின் சதவீதத்தைப் பொருத்தும் பூச்சின் தன்மைகள் உள்ளன. முக்கியமாக, பூச்சின் பளபளப்பு, புறப் பரப்பை மூடும் திறன், வெளித் தோற்றம் முதலிய பண்புகளை, நிறப் பொருள்கள் நேரிடையாகக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

நிறப் பொருள்களின் முக்கியமான பண்பு அவற்றின் நிறமாகும். இதனையடுத்து, அவை பொருள்களின் புறப்பரப்பை மூடும் திறன், படலத்தைப் பலப்படுத்தும் திறன், எண்ணெய் உறிஞ்சும் திறன் போன்ற பிற பண்புகளைக் கூறலாம்.

நிறம் (Colour)

ஒரு பொருளின் நிறம், அது உறிஞ்சும் ஒளி அலைகளையும், பிரதிபலிக்கும் ஒளி அலைகளையும் பொறுத்துள்ளது. வெண்ணிறம் ஏழு அடிப்படை நிறங்களாலானது என்பதையறிவோம். ஒரு நீலநிறப் பொருள், வெண்ணிறத்திலுள்ள நீல நிற அலைகளை மட்டும் பிரதிபலிக்கின்றது. மற்றெல்லா நிற அலைகளையும் அப்பொருள் உறிஞ்சும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. இவ்வாறு உறிஞ்சப்படும் நிறப்பட்டையும், பிரதிபலிக்கும் நிறப் பட்டையும், ஒரு குறிப்பிட்ட நிற அலைகளுக்குள் அடங்காமல் சற்று விரிவாக இருப்பின் பல்வேறு நிறங்களைப் பொருள்கள் பெறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக புருஷ்யன் நீலம் எனப்படும் பொருள் பச்சை நிற அலைகளின் ஒரு பகுதியை, பிரதிபலிப்பதால், அடர்வுமிக்க நீலநிறமாக உள்ளது.

வெண்ணிறப் பொருள்களாக அமையும் பொருள்களும் வெவ்வேறு அளவில் சில குறிப்பிட்ட நிற அலைகளை உறிஞ்சுகின்றன. இதனால் இவற்றிடையேயும் ஓரளவு நிற மாறுதலைக் காண்கிறோம். எடுத்துக்காட்டாக, துத்தநாக ஆக்சைடு 4000°A அலைநீளமுள்ள ஒளிக் கற்றையை 20 சதவீத அளவுக்கே பிரதிபலிக்கின்றது. எனவே, இதன் நிறம் மிகச் சிறிய அளவு மஞ்சள் நிறம் கலந்த வெண்மையாக உள்ளது. டைட்டேனியம் டை ஆக்சைடு 95 சதவீதம் அதே அலைநீளமுள்ள ஒளிக்கற்றையைப் பிரதிபலிப்பதால் மிக்க வெண்மை நிறமுள்ளதாயிருக்கின்றது.

நிறப் பொருளின் பிரதிபலிக்கும் [தன்மை, துகள்களின் குறுக்களவையும், துகள்கள் கோவையின் அமைப்பையும் பொறுத்துள்ளது. துகள்களின் குறுக்களவு குறையக்குறைய ஒளிச் சிதறலின் சதவீதம் அதிகமாகின்றது. ஒரே சேர்மத்திலிருந்து பெறப்படும் நிறப்பொருள் மிகச் சிறிய துகள்களாக இருப்பின், சிறிதளவு நீலநிறமாக இக் காரணத்தினால்தான் இருக்கின்றது.

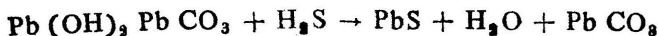
கண் பார்வைக்குட்பட்ட ஒளி அலைகளுக்கு அப்பாலுள்ள ஒளி அலைகளைப் பிரதிபலிப்பதின்மூலமும், உறிஞ்சுவதன்மூலமும்,

பொருள்களின் நிறம் மாறக்கூடும். துத்தநாக ஆக்சைடு புற ஊதா ஒளி அலைகளை அதிக அளவில் உறிஞ்சக்கூடியது. கரித் துகள்கள் மிகுந்த அளவில் புற ஊதா ஒளி அலைகளை பிரதிபலிக்கக் கூடியது. எனவே ஊதா, அல்லது புற ஊதா ஒளி அலைகள் மட்டும் ஊடுருவிச் செல்லும் கண்ணாடிமூலம், துத்தநாக ஆக்சைடையும், கரித்துகள்களையும் பார்த்தால் அவைகள் முறையே கருமை நிறமாகவும், வெண்மை நிறமாகவும் காணப்படு கின்றன.

வெண்ணிற நிறப்பொருள்கள் (White Pigments)

முத்து வெள்ளையென்று அழைக்கப்படும் கார, காரீய கார்பனேட், வெகுகாலமாக வர்ணப் பூச்சுகள் தயாரிப்பில் பயன் பட்டு வருகின்றது. காரீயத் தகடுகளை அசிட்டிக் அமில முன்னிலையில் கார்பன்டை ஆக்சைடுடன் வினையுறச்செய்து, இந்த நிறப்பொருள் செய்யப்படுகின்றது. இதன் விலை மிகவும் மலிவு. இந்நிறப் பொருள் சிறிதளவு உலர்த்தியின் பண்புகளைப் பெற்றிருத்தலால், வாகனமாகப் பயன்படும் எண்ணெய்ப்பொருள் எளிதில் திண்மப் படலமாக மாறுகின்றது.

முத்து வெள்ளையின் நிறம் நிரந்தரமாக இருப்பதில்லை. ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வாயு உள்ள சூழ்நிலையில் இது கருமை நிறத்தை அடைகின்றது.



$$Pb(OH)_2\,PbCO_3 + H_2S \rightarrow PbS + H_2O + PbCO_3$$



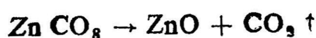
$$PbS + H_2O + PbCO_3 + H_2S \rightarrow 2PbS + H_2O + H_2CO_3$$

இந்நிறப்பொருள் சிறிதளவு நச்சுத் தன்மை வாய்ந்தது. இதன் மூடும் திறன் அதிகமாக இருப்பினும், இதன் ஒப்பு அடர்த்தி அதிகமாக இருப்பதால் ஒரு அலகு எடையுள்ள நிறப்பொருளின் மூடும் திறன் வெகுவாகக் குறைகின்றது.

கார, காரீய சல்ஃபேட் (Basic lead sulphate) மற்றொரு காரீய நிறப்பொருளாகும்.

இதுவும் வர்ணப் பூச்சுத் தயாரிப்பதில் பயன்படுகின்றது.

நாக வெள்ளை (Zinc white) என அழைக்கப்படும் வெண்ணிற நிறப்பொருள் துத்தநாக ஆக்சைடாகும். இயற்கையில் கிடைக்கும் சிறந்த கனிம துத்தநாக கார்பனேட்டை வெப்பப்படுத்தி, இந்நிறப் பொருளைப் பெறலாம்.



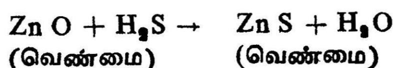
$$ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2 \uparrow$$

துத்தநாகத் துகள்களை எரிப்பதன் மூலமும் இந்நிறப் பொருளைப் பெறுகின்றனர்.



$$2Zn + O_2 \longrightarrow 2\,ZnO.$$

இந்நிறப் பொருள் புற ஊதா ஒளி அலைகளை உறிஞ்சும் தன்மையுடையது. இக்காரணத்தால் எண்ணெய்ப் பொருளிலிருந்து பெறப்படும் கரிமப் படலம் கெட்டழிவதிலிருந்து காப்பாற்றப்படுகின்றது. இதின் நிறம் சிறிதளவு மஞ்சள் கலந்ததாக இருக்கும். இச் சேர்மம் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு சூழ்நிலையிலும் நிறமாற்றம் அடைவதில்லை.



$$ZnO + H_2S \rightarrow ZnS + H_2O$$

(வெண்மை) (வெண்மை)

விளைபொருளான துத்தநாக சல்ஃபைடு வெண்ணிறமாக இருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். இந்த நிறப்பொருளின் மூடும் திறன் அதிகமாக உள்ளது.

லித்தஃபோன் என அழைக்கப்படுவது மற்றொரு வெண்ணிற நிறப்பொருள். பேரியம் சல்ஃபைடு என்ற சேர்மத்தை பேரியம் சல்ஃபேட் கனிமப் பொருளுடன் சுட்டகரியைக் கலந்து சூடுபடுத்திப் பெறலாம்.



$$BaSO_4 + 4C \rightarrow BaS + 4CO \uparrow$$

பேரீயம் சல்ஃபைடு கரைசலுடன் துத்த நாக சல்ஃபேட்டின் கரைசலைக் கலந்தால் இரட்டைச் சிதைவு வினை நிகழ்ந்து இரு பொருள்கள் வீழ்படிவாகப் படிகின்றன.



$$BaS + ZnSO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + ZnS \downarrow$$

இந்த வீழ்படிவுகளின் கலவைக்கு லித்தஃபோன் என்று பெயர். இது மிக வலிமையுள்ள நிறப்பொருளாகும்.

ரூட்டைல் (Rutile) என்ற கனிமப் பொருளின் டிட்டேனியம் டை ஆக்சைடு என்ற பொருள் உள்ளது. இது சிறந்த வெண்ணிற நிறப்பொருளாகக் கருதப்படுகின்றது. இது நச்சுத் தன்மையற்றது; நிரந்தரமானது. மிக்க மூடும் திறன் பெற்றுள்ளது. சுமார் 95 சதவீத வெண்ணிற ஒளியை இது பிரதிபலிக்கக் கூடியதாகையால், இது மிக்க வெண்மை நிறமாயுள்ளது.

இதன் விலை மிக அதிகமாக உள்ளதால், இதனுடன் மற்ற வெண்ணிறப் பொருள்களைக் கலந்து, வண்ணப் பூச்சுகள் தயாரிப்பதில் பயன்படுத்துகின்றனர். ஒளியுடன் இது வெப்பத்தையும் நன்கு பிரதிபலிக்கும் திறனைப் பெற்றிருத்தலால், கட்டிடங்களின்மேல் தாக்கப்படும் வெப்பத்தைக் குறைக்கப் பயன்படும். வர்ணப் பூச்சுகள் தயாரிப்பதிலும் இது பயன்படுகிறது.

வர்ணப் பூச்சின் வெண்ணிறம், வாகனமாகப் பயன்படுத்தப்படும் எண்ணெயினால் சிறிதளவு பாதிக்கப்படுகின்றது. இதனால் இளம் மஞ்சள் நிறம் உண்டாகின்றது. எனவே, வெண்ணிறப் பூச்சு வர்ணங்கள் தயாரிப்பில், மிகச் சிறிய அளவு நீலம் அல்லது ஊதா வண்ணப்பொருள் சேர்க்கப்படுகின்றது.

சிகப்பு நிறப் பொருள்கள் (Red Pigments)

இரும்புச் சேர்மங்களும், காரீயச் சேர்மங்களும் சிகப்பு நிறப் பொருள்களாக வர்ணப்பூச்சு தயாரிப்பில் பயன்படுகின்றன.

எஃகுத் தொழிற்சாலைகளில் கிடைக்கும் பயனற்ற (waste) ஃபெர்ரிக் சல்ஃபேட் கரைசலை சூடுபடுத்துவதன்மூலம் ஃபெர்ரிக் ஆக்சைடு கிடைக்கின்றது.



$$Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe_2O_3 + 3SO_3 \uparrow$$

இவ்வாறு பெறப்படும் ஃபெர்ரிக் ஆக்சைடைச் சிகப்பு நிறப் பொருளாக வர்ணப் பூச்சு தயாரிப்புகளில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

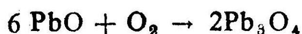
இயற்கையில் கிடைக்கும் இரும்புக் கனிமப் பொருளான ஹேமடைடில் (Hematite), 80 முதல் 95 சதவீதம்வரை ஃபெர்ரிக் ஆக்சைடும், மீதம் சிலிகேட் அல்லது சிலிகா மாசுப் பொருளும் உள்ளன. இதனை இந்தியன் சிகப்பு (Indian red) என்ற பெயரில் நிறப்பொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

சிகப்பு காரீயம் (Red lead) என அழைக்கப்படும் காரீய ஆக்சைடு (Pb_3O_4) மற்றொரு சிகப்பு நிறப்பொருளாகும். காரீயத்தைக் காற்றுடன் வெப்பப்படுத்தினால் லித்தார்ஜ் என்ற காரீய மானாக்சைடு கிடைக்கின்றது.



$$2Pb + O_2 \rightarrow 2PbO$$

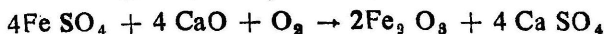
காரீய மானாக்சைடை மேலும் காற்றுடன் வெப்பப்படுத்தினால், சிகப்பு காரீயம் என்ற காரீய ஆக்சைடு கிடைக்கின்றது.



$$6\,PbO + O_2 \rightarrow 2Pb_3O_4$$

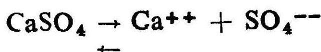
சிகப்பு காரீயம், ஆரஞ்சு கலந்த சிகப்பு நிறத்தைப் (red orange) பெற்றுள்ளது. இது இரும்பு அல்லது எஃகு, துருவாக மாறுவதை வெகுவாகத் தடைசெய்யக்கூடியது. எனவே, இந் நிறப்பொருளைக்கொண்ட வர்ணப் பூச்சுகள், இரும்பு அல்லது எஃகுப் பொருள்களின்மீது முதன்மைப் பூச்சாக (Primary coating) பூசப்படுகிறது.

வெனீஷியன் சிகப்பு (Venetian red) என்று அழைக்கப்படும் சிகப்பு நிறப்பொருள், இரும்பு ஆக்சைடும் (Fe_3O_4) கால்சியம் சல்ஃபேட்டும் சம அளவில் கலந்துள்ள கலவையாகும் தொழில் துறையில் ஃபெர்ரஸ் சல்ஃபேட்டையும் சுட்ட சுண்ணாம்பையும் கலந்து தகுந்த உலைகளில் வெப்பப்படுத்தி, வெனீஷியன் சிகப்பைப் பெறுகின்றனர்.



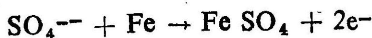
$$4Fe\,SO_4 + 4\,CaO + O_2 \rightarrow 2Fe_2\,O_3 + 4\,Ca\,SO_4$$

மரங்களின் மேல்பூச்சுக்குப் பயன்படும் சிகப்பு வர்ணப்பூச்சு தயாரிப்புகளில் இக் கலவை நிறப்பொருள் பயன்படுகின்றது. இக்கலவை செந்நிறம், அது செய்யப்படும் முறையைப் பொறுத்து சிறிது மாறுபடுகின்றது. இதன் நிறம் நிரந்தரமாக இருக்கின்றது. இக்கலவையிலுள்ள கால்சியம் சல்ஃபேட் சிறிதளவு கரையக் கூடியதாகையால் சல்ஃபேட் அயனி எளிதில் விடுபடுகின்றது.



$$CaSO_4 \rightleftharpoons Ca^{++} + SO_4^{--}$$

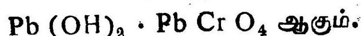
விடுபட்ட சல்ஃபேட் அயனி இரும்புடன் வினையுற்று இரும்பை அரிமானத்திற்கு உட்படுத்துகின்றது.



$$SO_4^{--} + Fe \rightarrow Fe\,SO_4 + 2e^-$$

மேலும், சிறிதளவு SO_3 சுட்ட சுண்ணாம்பினால் நடு நிலையாக்கப்படாமலும் இருக்கின்றது. இதுவும் இரும்பை அரிமானம் செய்யக்கூடியதாக உள்ளது இக்காரணங்களினால் இக் கலவையை நிறப்பொருளாகக் கொண்ட வர்ணப் பூச்சுகளை இரும்பின்மேல் பூசுவதற்குப் பயன்படுத்துவதில்லை.

கார, காரீய குரோமேட் (Basic lead chromate) அரிமானத்தைத் தடுக்கும் பொருளாக இருக்கின்றது. முத்து வெள்ளையை சோடியம் டைகுரோமேட் கரைசலுடன் வினையுறச்செய்து இதனைப் பெறலாம். இதன் வாய்பாடு,



$Pb\,(OH)_2 \cdot Pb\,Cr\,O_4$ ஆகும்.

இதனைச் செந்நிறப் பொருளாக வர்ணப்பூச்சுகளில் தயாரிக்கின்றனர். அரிமானத்தைத் தடுக்கும் திறனை இந்த நிறப்பொருள் பெற்றிருத்தலால், இரும்பின்மேல் பூசுவதற்கு இந்நிறப் பொருளுள்ள வர்ணப்பூச்சுகள் பயன்படுகின்றன.

காட்மியம் சிகப்புகள் என அழைக்கப்படும் செந்நிறப் பொருள்களும் வர்ணப் பூச்சு தயாரிப்பதில் பயன்படுகின்றன. காட்மியம் சல்ஃபேட், சோடியம் சல்ஃபைடு, சோடியம் செலினைடு இவற்றின் கரைசல்களைக் கலப்பதன்மூலம் இந் நிறப்பொருள் வீழ் படிவாகக் கிடைக்கின்றது.

கரிமப் பொருள்களில் பல செந்நிறச் சாயப்பொருள்கள் உள்ளன. கால்சியம், பேரியம் போன்ற உலோகங்களின் சில கரிமச் சேர்மங்கள் செந்நிறப் பொருள்களாகவும் உள்ளன. இவ்வகை நிறப்பொருளின் செந்நிறம் வெளிச்சத்தினால் பாதிக்கப்பட்டு மங்கலாகின்றது. வெளிச்சத்துடன் அதிகத் தொடர்பில்லாத பரப்புகளில் பூசப்படும் வர்ணப் பூச்சு தயாரிப்புகளில் மட்டும் இவைகள் பயன்படுகின்றன.

நீல நிறப்பொருள்கள் (Blue Pigments)

பலவித கனிம நீலநிறப் பொருள்கள் வண்ணப் பூச்சுக்கள் தயாரிப்பதில் வெகு காலமாகவே பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. அவற்றுள் பிரஷியன் நீலமும் (Prussian blue) சலவை நீலமும் (Ultra marine-bule) முக்கியமானவை.

பிரஷியின் நீலம் என்பது ஃபெர்ரிக் ஃபெர்ரோ சயனைடு என்ற அணைவுப் பொருளாகும். இதனைத் தயாரிக்க ஃபெர்ரஸ் சல்ஃபேட்டையும், சோடியம் ஃபெர்ரோ சயனைடையும் மூலப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். இவ்விரு பொருள்களையும் அம்மோனியம் சல்ஃபேட்டுடன் கலந்து, வெப்பப்படுத்துறையில், ஃபெர்ரஸ் அம்மோனியம் சயனைடு கிடைக்கின்றது. இச் சேர்மம் வெண்மை நிறமாக உள்ளது.



$$FeSO_4 + Na_4Fe(Cn)_6 + (NH_4)_2So_4 \rightarrow$$



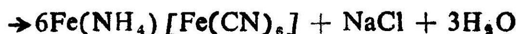
$$Fe(NH_4)_2Fe(CN)_6 + 2Na_2SO_4$$

இவ்வாறு பெறப்படும் ஃபெர்ரஸ் அம்மோனியம் சல்ஃபேட்டுடன் சோடியம் குளோரைட், சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் ஆகியவற்றைக் கலந்து, வெப்பப்படுத்தினால், பிரஷியன் நீலம் கிடைக்கின்றது. இச்சேர்மம் கூழ்நிலையில் கிடைப்பதால் வடிகட்டுவது

எளிதல்ல. எனவே, இச்சேர்மத்தைத் தகுந்த முறையில் படிய வைத்துப் பிரித்தெடுக்கிருர்கள்.



$$6Fe(NH_4)_2Fe(CN)_6 + NaClO_3 + 3H_2SO_4$$



$$\rightarrow 6Fe(NH_4)[Fe(CN)_6] + NaCl + 3H_2O$$



[நீல நிறப்பொருள்] + $3(NH_4)_2SO_4$

இவ் வினையில் கிடைக்கும் சேர்மத்தின் வாய்பாடு, எடுத்துக் கொள்ளும் வினைபொருள்களின் தன்மைகள், அளவுகள், வினை நிகழும் சூழ்நிலை இவற்றைப் பொருத்து,



$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ லிருந்து $Fe(NH_4)[Fe(CN)_6]$.

வரை இருக்கின்றது.

இந் நிறப்பொருளின் மூடும் திறன் மிக அதிகமாக இருக்கின்றது. ஒரு கிராம் பிரஷியன் நீலத்தை சுமார் 700 கிராம் நாக வெள்ளையுடன் (zinc white) கலந்து நீல நிறப் பொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். அமிலச் சூழ்நிலையினுலும், ஒளியினுலும் இதன் நிறம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனுல் காரச் சூழ்நிலையில், ஃபெர்ரிக் ஹைட்ராக்சைடு [$Fe(OH_3)$] உண்டாவதால் இதன் நிறம் நிலைத்திருப்பதில்லை. எனவே, காரச் சூழ்நிலையிலுள்ள இடத்திலும், காரத் தன்மையுள்ள மற்ற நிறப்பொருள்களுடன் கலந்தும் இதனைப் பயன்படுத்தக் கூடாது.

சலவை நீலம் என்பது சோடியம், அலுமினியம் இவற்றின் சல்ஃபைடு, சிலிகேட் கலந்துள்ள ஓர் அணைவுப் பொருளாகும். இதனைச் செய்யும் முறை சுமார் 150 ஆண்டுகளாகத் தெரிந்ததாகும்.

சிறந்த களிமண், சோடியம் சல்ஃபேட், சுட்டகரி இவற்றை நன்கு சூடுபடுத்தி, இதனைப் பெறலாம். சோடியம் சல்ஃபேட்டுடன் சிறிதளவு சோடியம் கார்பனேட்டைக் கலப்பதும் உண்டு. சலவை நீலத்தின் நிறம், வினைப் பொருள்களின் தன்மைகள், அளவுகள், வினையுறும் வெப்பநிலை இவற்றைப் பொருத்திருக்கும். சாதாரணமாக, வெளிர் நீலநிறத்திலிருந்து ஊதா கலந்த நீலநிறம் வரையிலுள்ள நிறப்பொருள்கள் இவ் வகையில் பெறப்படுகின்றன.

இதன் நிறம் காரச் சூழ்நிலையில் நிரந்தரமாக உள்ளது அமிலத்துடன் சல்ஃபைடு வினையுறுவதால், அமிலச் சூழ்நிலையில் இச்சேர்மம் சிதைவுற்று நிறம் மாறுகின்றது.

சலவை நீலத்தைப் பயன்படுத்திப் பெறப்படும் வர்ணப் பூச்சுகளை, மரம் அல்லது மற்ற அலோகப் பரப்புகளுக்கே பயன் படுத்த வேண்டும். உலோகம் சல்ஃபைடு உறுப்புடன் வினை யுறுவதால் இச் சேர்மம் வேதிவினைக்கு உட்பட்டு நிறம் மாறு கின்றது. இச் சேர்மத்துடன் முத்து வெள்ளை, போன்ற காரீய நிறப் பொருள்களைக் கலக்கக்கூடாது. சல்ஃபைடு உறுப்பு காரீ யத்துடன் வினையுற்று கருப்பு நிறமுள்ள காரீய சல்ஃபைடைத் தருவதால் இதன் நிறம் நிலைத்திருப்பதில்லை.

கோபால்ட் நீலம் என அழைக்கப்படும் நிறப்பொருள் ஒரு வித கோபால்ட் ஆக்சைடை [Co_3O_4] 30-35 சதவீதமும், அலுமினாவை 65-70 சதவீதமும் பெற்றுள்ள கலவையாகும். இதன் நிறம் மிகக் கவர்ச்சியாகவும், நிரந்தரமாகவும் உள்ளது. ஆனபோதிலும் கோபால்ட் சேர்மங்கள் மிக அதிக விலையுள்ள வைகளாகையால் சில சிறப்பு வர்ணம் பூச்சுக்களில் மட்டும் இந் நிறப் பொருள் பயன்படுகிறது.

தாலோசயனின் நீலம் (Phthalocyanin blue) என்று அழைக்கப்படும் நிறப்பொருள் ஓர் அணைவுக் கரிமப் பொரு ளாகும். இதன் மூலக் கூறுகளில் கோபால்ட் அணுக்கள் முக்கிய இடத்தைப் பெறுகின்றன. இது மிகக் கவர்ச்சியுள்ள நீலநிறப் பொருள்; வெப்ப ஒளி மாற்றங்களினாலும் அமிலக் காரச் சூழ் நிலைகளாலும், இதன் நிறம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. எனவே, இது ஒரு சிறந்து நீலநிறப் பொருள். ஆனால் இதன் விலை அதிகம் என்பதன் காரணமாக இது வர்ணப் பூச்சு தயாரிப்புகளில் பெரும அளவில் பயன்படுவதில்லை.

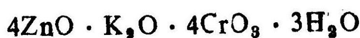
மஞ்சள் நிறப்பொருள் (Yellow Pigments)

கனிம மஞ்சள் நிறப் பொருள்களில், காரீய குரோமேட், துத்தநாக குரோமேட், பேரீயக் குரோமேட், காட்மியம் சல்ஃபைடு, சில இரும்புத் தாதுக்கள் முக்கியமானவைகளாகும்.

காரீய குரோமேட்டைப் பலவித மஞ்சள் நிறங்களில் பெற முடியும். சல்ஃபைடுடன் குரோமேட்டையும் கலந்து வீழ்படி வாகப் பெறும்பொழுது, எலுமிச்சை மஞ்சள் நிறப்பொருள் கிடைக்கின்றது. வீழ்படிவாகப் பெறும் சூழ்நிலையில் ஹைட்ராக் சைடில் தொகுதி அதிகமாக இருப்பின் கார காரீய குரோமேட் கிடைக்கின்றது. இது ஆரஞ்சு நிறமாக உள்ளது. இந்த நிறப் பொருளின் நிறம் காரீய ஆக்சைடு, காரீய குரோமேட் விகிதத்தைப் [$PbO : PbCrO_4$] பொருத்திருக்கும். மாலிபிடேட் உறுப்பின்

முன்னிலையில் காரீய மாலிபிடேட், காரீய குரோமேட் கலவை [$PbMoO_4 : PbCrO_4$] கிடைக்கின்றது. இதன் நிறமும் கலவையிலுள்ள சேர்மங்களின் விகிதத்தைப் பொருத்திருக்கும். காரீய நிறப்பொருள்கள் யாவும், ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு சூழ்நிலையில் கருமை நிறம் அடைகின்றன. எல்லாக் காரீய நிறப்பொருள்களும் ஒளியில் பாதிக்கப்பட்டு மங்கலாகின்றன.

'நாக மஞ்சள்' (Zinc yellow) என அழைக்கப்படும் நிறப்பொருள் முக்கியமாக துத்தநாக குரோமேட்டைப் பெற்றுள்ளது. இதன் அமைப்பைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்கலாம்.



$$4ZnO \cdot K_2O \cdot 4CrO_3 \cdot 3H_2O$$

இதன் நிறம் வெளிர்மஞ்சளாக இருப்பினும் நிரந்தரத் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. இதன் மூடும் திறன் அதிகம். இது அரிமானத்தை வெகுவாகக் குறைக்கின்றது. இரும்பு எஃகுப் பொருள்களின் மேல் பூசப்படும் முதன்மை (primer) நிறப் பூச்சுகள் தயாரிப்பதில் இது பயன்படுகிறது. இந்நிறப் பொருள் சல்ஃபைடு சூழ்நிலையாலும், காரச் சூழ்நிலையாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

பேரியம் குரோமேட் என்ற நிறப்பொருளின் பண்புகளும் பயன்களும் நாக மஞ்சளை ஒத்துள்ளன.

காட்மியம் சல்ஃபைடு மஞ்சள் நிறப்பொருளாகும். இதன் நிறம் நிரந்தரமானது. ஹைட்ரஜன் சல் பைடு சூழ்நிலையிலும் இதன் நிறம் மாறுவதில்லை. ஆனால் இதன் விலை மிக அதிகம்.

மஞ்சள் ஓக்கர் (yellow ocher) என்றழைக்கப்படும் தாதுப் பொருள், இரும்பு ஆக்சைடு, கால்சியம் கார்பனேட், சிலிகேட் போன்ற கனிமப் பொருள்கள் உள்ள மஞ்சள் நிறப்பொருள். இப் பொருளிலுள்ள 20 சதவீதம் இரும்பு ஆக்சைடு கனிமத்தினால் தான் இது மஞ்சள் நிறம் பெறுகின்றது. எனவே, மஞ்சள் ஓக்கரை வெப்பப்படுத்தும்பொழுது சிகப்பு நிறம் அடைகின்றது.

லித்தார்ஜ் என்று அழைக்கப்படும் காரீய மனோக்சைடும் ஒரு மஞ்சள் நிறப்பொருளாகும், உருகின காரீயத்தைக் காற்றுடன் சூடுபடுத்தும்பொழுது மஞ்சள் நிற லித்தார்ஜ் கிடைக்கின்றது.



$$2Pb + O_2 \rightarrow 2PbO$$

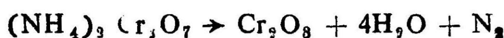
இந் நிறப்பொருள், அரிமானத்தைத் தடுக்கும் திறனைப் பெற்றுள்ளது. இரும்பு எஃகுப் பொருள்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் முதன்மை வர்ணப் பூச்சு தயாரிப்புகளில் இது பயன்படுகிறது.

பச்சை நிறப்பொருள் (G.een Pigments)

மஞ்சள் நிறப்பொருளும், நீல நிறப்பொருளும் கலக்கும் பொழுது பச்சை நிறப்பொருள் கிடைக்கின்றது. குரோமியம் ஆக்சைடும், பச்சை நிறப்பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

குரோம் மஞ்சளும், புருஷியன் நீலமும் கலக்கப்படும் பொழுது பச்சை நிறப்பொருள் கிடைக்கின்றது. கலவையிலுள்ள ஒரு பொருள் பிரதிபலிக்கும் ஒளி அலைகளை மற்றொரு பொருள் உறிஞ்சி விடுகின்றது. பச்சை ஒளி அலைகள்மட்டும் கலவையில் உள்ள இரு பொருள்களாலும், உறிஞ்சப்படாமல் பிரதிபலிக்கப் படுகின்றன. கலவையிலுள்ள பொருள்களின் விகிதங்களைப் பொறுத்து மூன்று வித பச்சை நிறப்பொருள்கள் தொழில் துறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வகை நிறப்பொருள்கள் காலப்போக்கில் சிறிது நீலநிறமாக மாறுகின்றது.

குரோம் பச்சை என்று அழைக்கப்படும் நிறப்பொருள் குரோமியம் ஆக்சைடாகும். இந்த ஆக்சைடை அம்மோனியம் டைக் குரோமேட்டை வெப்பப்படுத்தி எளிதில் பெறலாம்.



$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + 4H_2O + N_2$$

குரோமியம் ஆக்சைடு பளபளப்பான கரும் பச்சை நிறம் உள்ளது. அதிக வெப்பநிலையிலும் இதன் நிறம் மாறுவதில்லை. இதன் விலையும் மிக மலிவு. எனவே, இந்நிறப் பொருள் பெரு மளவில் பச்சை நிறப்பூச்சுகள் தயாரிப்பதில் பயன்படுகின்றது.

துத்தநாக அல்லது பேரியக் குரோமேட்டுடன், சலவை நீலத்தைக் கலந்து, இளம் பச்சை நிறப்பொருளொன்றைத் தொழில் துறையில் பெறுகின்றனர். இதன் நிறமும் நிரந்தர மானது. இதன் விலை குரோம் பச்சையை விட மிகக் குறைவு. கலவையிலுள்ள பொருள்களின் விகிதத்தை மாற்றுவதன்மூலம், இதன் நிறத்தைச் சிறிதளவு மாற்றலாம். இக் காரணங்களினால் இக் கலவை நிறப்பொருளும், வர்ணப் பூச்சுக்கள் தயாரிப்பதில் பயன்படுகிறது.

கருமை நிறப்பொருள் (Black Pigments)

கரித் துகள்கள் சிறந்த கருப்பு நிறப்பொருளாக விளங்குகிறது. கிராஃபைட் துகள்களும், விளக்குக் கரியும் (Lamp black) வர்ணப் பூச்சுத் தொழிலில் பயன்படுகின்றன.

காப்பர் குரோமேட்டும், மாங்கனீச டை ஆக்சைடும் கருமை நிறப்பொருள்களாக வர்ணப் பூச்சுத் தயாரிப்பதில் பயன்படுகின்றன. இவைகளின் நிறம் வெப்பத்தினுல் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

பிற நிறப்பொருள்கள் (Other Pigments)

மேற்கூறிய அடிப்படை நிறப்பொருள்களை வெவ்வேறு விகிதத்தில் கலப்பதன்மூலம், எல்லா வகையான நிறப்பொருள்களையும் பெறமுடியும். இவ்வாறு கலவை நிறப்பொருள்களைத் தயாரிக்கும்பொழுது கலவையிலுள்ள பொருள்களின் வேதிப் பண்புகளை நன்கு அறிந்திருத்தல் வேண்டும்.

பரப்பிகள் (Extenders)

வர்ணப்பூச்சின் தன்மைகளை மேம்படுத்த நிறமற்ற பொருள்களைக் கலப்பதுண்டு. இவைகள் வர்ணப் பூச்சில் நிறப்பொருள் சேர்க்கப்படுவதால் ஏற்படக்கூடிய நிறம் தவிர, மற்றெல்லா நன்மைகளையும் செய்கின்றன. இப் பொருள்களை வர்ணப்பூச்சுத் தொழிலில் பரப்பிகள் (Extenders) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

ஒளி எளிதில் பரப்பிகளின் வழியே ஊடுருவிச் செல்லும். இப் பொருள்கள் வாகனம் உலருவதால் ஏற்படும் திண்மப் படலத்தி உள்ள வெற்றிடங்களை நிரப்புவதற்கும், படலத்திற்கு வலிமையூட்டவும் பயன்படுகின்றது. பரப்பிகள் வர்ணப்பூச்சின் அடக்க விலையை வெகுவாகக் குறைக்கின்றன. சில பரப்பிகள் கரிம நிறப் பொருள்களைத் தாங்கும் பொருளாகவும் செயல்படுகின்றன. பல்வேறு பருமனளவுள்ள நிறப் பொருள்களிடையே பரப்பிகள் அமைந்து தொடர்ச்சியான கடின படலம் ஏற்படவும் பயன்படுகிறது.

பரப்பிகளின் ஒளி விலகல் எண் (Refractive index) வாகனமாக உள்ள எண்ணெய்யின் ஒளி விலகல் எண்ணுக்குச் சமமாகவோ, அல்லது குறைவாகவோ பொதுவாக இருக்கும். இதனுல் பரப்பிகளை எண்ணெயில் கலந்தவுடன் அது நிறமற்றதாகி விடுகின்றது. இவ்வகையில் சிலிகா, சுண்ணும்புக் கட்டி (chalk)

ஜிப்சம் (gypsum), டை அட்டாமஸ் மண் (Diatomaceous earth) போன்ற பரப்பிகளை எடுத்துக் காட்டுகளாகக் கூறலாம்.

சில பரப்பிகளின் ஒளி விலகல் எண், எண்ணெய்யின் ஒளி விலகல் எண்ணைவிட மிகச்சிறிய அளவு அதிகமாக இருப்பது உண்டு. இதனால் நிறப்பொருள்களின் நிறம் ஓரளவு மங்கலாக மாறுகின்றது. பரப்பிகளாகப் பயன்படும் ஒருவகை மண், டால்க், அஸ்பெஸ்டைன் (Asbestine) போன்ற பொருள்களை இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகக் கூறலாம்.

மூடும் திறன் (Hiding Power)

வர்ணப் பூச்சு தயாரிப்புகளில் பயன்படுத்தப்படும் நிறப் பொருள் பூச்சுப் பூசப்படும் புறப்பரப்பை மூடும் தன்மையைப் பெற்றிருக்கவேண்டும். எனவே, நிறத்தைப் பெற்றுள்ள எல்லாப் பொருள்களும், வர்ணப் பூச்சில் பயன்படுத்த முடியாதென்றுகிறது,

நிறப்பொருளின் மூடும் திறன், அதன் ஒளி விலகல் எண் அதன் பருமனளவு இவற்றைப் பொருத்தேயுள்ளது. நிறப் பொருளின், ஒளி விலகல் எண்ணும், வாகனமாகச் செயல்படும் எண்ணெய்யின் ஒளி விலகல் எண்ணும் சமமாக இருப்பின் நிறப் பொருளுக்கு எவ்வித மூடும் திறனும் இருப்பதில்லை. இதனை ஒரு சிறிய சோதனையின்மூலம் நன்கு தெளிவுப்படுத்தலாம்.

ஒரு கண்ணாடி முகவையில் பைரக்ஸ் கண்ணாடியின் ஒளி விலகல் எண் இருக்கக்கூடிய கார்பன்டெட்ரா குளோரைடு, பென்சீன் நீர்மக் கலவையை எடுத்துக்கொள். அதனுள் ஒரு பைரக்ஸ் சோதனைக் குழாயை அமிழ்த்து. நீர்ம மட்டத்திற்குமேல் இரு சோதனைக் குழாய்களும் தெரியவேண்டும்; ஆனால் நீர்மக் கலவையில் சோடா கண்ணாடி சோதனைக் குழாய் மட்டுமே தெரியும்.

நிறப்பொருள்களின் மூடும் திறனைச் சில திட்டச் சோதனைகளின் (standard experiments) மூலம் கணக்கிடுகின்றனர். சில வெண்ணிறப் பொருள்களின் மூடும் திறன்கள் பின்வரும் அட்டவணையில் (பக்கம் 313) கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

துகள்களின் பருமனளவு சிறியதானால், ஒளிச் சிதறலும் அதிகமாகின்றது. இந்த அதிகரிப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லையை அடைந்தவுடன் மீண்டும் குறைகின்றது. எனவே, நிறப்

பொருள்களை ஓரளவுக்குத்தான் பொடிசெய்து பயன்படுத்த வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட நிறப்பொருளுக்குப் பதிலாக, பல நிறப்பொருள்கள் நன்கு கலக்கப்பட்ட வர்ணப் பூச்சில், நிறப் பொருள்களின் மூடும் திறன் அதிகமாக இருக்கின்றது. கலவையில் உள்ள நிறப்பொருள்களின் பரிமாண மாறுபாடே இதற்குக் காரணம் எனக்கூறலாம்.

எண்	நிறப் பொருள்	மூடும் திறன்
1.	டிட்டேனியம் டை ஆக்சைடு	147
2.	லித்தஃபோன்	27
3.	நாக வெள்ளை	20
4.	மூத்து வெள்ளை	15

பலப்படுத்தும் திறன் (Reinforcing Power)

பெரும்பாலான நிறப்பொருள்கள் கனிமப் பொருள்களாக இருக்கின்றன. இவைகள் எண்ணெய் உலருவதால் ஏற்படும் திண்மப் படலத்திலுள்ள வெற்றிடங்களை (voids) அடைத்துக் கொள்கின்றன. இதனுல் படலம் தொடர்ச்சியாகவும், கடின மாகவும் அமைகின்றது.

நிறப்பொருள்களின் பருமனளவு ஒரே சீராக இல்லாமல் பல்வேறு அளவுகளையுள்ள துகள்களின் தொகுதியாக இருந்தால், அவற்றினுல் ஏற்படும் கடினத் தன்மை அதிகமாகின்றது. இதனைப் பல்வேறு உருவங்களிலுள்ள கருங்கல் ஜல்லிகளை, சிமிண்ட் காங்கிரீட்டுகள் அமைப்பதில் பயன்படுத்துவதற்கு ஒப்பிடலாம்.

பரப்பிகள் என அமைக்கப்படும் பொருள்கள் வர்ணப் பூச்சில் நிறத்தைக் கொடுக்கப் பயன்படுவதில்லை. ஆனுல் பரப்பிகளாகப் பயன்படும் பொருள்களின் துகள்களும், எண்ணெய் உலருவதால் ஏற்படும் திண்மப் படலத்திலுள்ள வெற்றிடங்களை நிரப்பி, படலத்திற்கு வலிமையை கொடுக்கின்றது. பரப்பிகளுடன் நிறப் பொருள்களைக் கலந்து பயன்படுத்துவதால், வர்ணப் பூச்சின் விலை மிகக் குறைவதுடன், நிறமும், வலிமையும் ஒருங்கே கிடைக் கின்றன.

நிறப்பொருள்களின் துகள்கள் ஒளிபுகாத திண்மப் பொருள்களாக உள்ளன. சில நிறப்பொருள்கள் ஆற்றல் படைத்த புறஊதா நிற ஒளி அலைகளை உறிஞ்சக்கூடிய திறனைப் பெற்றுள்ளன. இக்காரணத்தால் இவைகள் திண்மப் படலத்தை ஒளி அலைகளின் தாக்குதலினின்றும் காப்பாற்றுகின்றது. படலத்தில் தொடர்ந்து ஏற்படும் வேதிவினைகளின் வேகம்குறைந்து, அவைகள் கெட்டழிவதினின்றும் காப்பாற்றப்படுகின்றன.

எண்ணெய் உறிஞ்சும் திறன் (Oil Absorption Power)

வர்ணப் பூச்சின் பாயும் தன்மை (fluidity) நிறப்பொருள்களின் பருமனளவையும், அவற்றின் பெளதிக, வேதித் தன்மைகளையும் பொருத்திருக்கும்.

நிறப்பொருள்களின் எண்ணெய் உறிஞ்சும் திறனை ஒப்பிடுவதற்கு, லின்சீட் எண்ணெயை ஒரு திட்ட எண்ணெய்யாக எடுத்துக் கொள்கின்றனர். 100 கிராம் நிறப்பொருளுடன் கலந்தபின் பாயும் தன்மையையுடைய எண்ணெய்யின் கிராம் எடையை, அந்த நிறப்பொருளின் எண்ணெய் உறிஞ்சும் திறனாகக் கொள்ளப்படுகின்றது. கீழுள்ள அட்டவணையில் சில நிறப்பொருள்களின் எண்ணெய் உறிஞ்சும் திறன்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

	நிறப்பொருள் / பரப்பி	எண்ணெய் உறிஞ்சும் திறன்
1.	டிட்டேனியம் டை ஆக்சைடு	18—20
2.	துத்தநாக சல்ஃபைடு	10—18
3.	லித்தஃபோன்	13
4.	முத்து வெள்ளை	7—13
5.	பேரியம் சல்ஃபைடு	6—12
6.	சிலிகா	20—50
7.	காட்மியம் சல்ஃபைடு	56
8.	பேரியம் குரோமேட்	11—13

எண்ணெய் உறிஞ்சும் திறன், நிறப்பொருள்களின் பௌதிக நிலையினைப் பொருத்துமுள்ளது. துகள்கள் சிறியவைகளாக இருப்பின் அவற்றில் புறப்பரப்பு அதிகமாகின்றது. இதனால் இவற்றின் எண்ணெய் உறிஞ்சும் திறனும் அதிகமாகின்றது.

நிறப்பொருள்கள் அதிக அளவிலும் எண்ணெய் குறைந்த அளவிலுமுள்ள நிலையில், நிறப்பொருள்களின் மூடும் திறன் மிக அதிக அளவில் காணப்படும். இவ்வகை வர்ணப் பூச்சுகள் சொர சொரப்பாக இருக்கும். நிறப்பொருள்களின் அளவு குறைவாகவும், எண்ணெயின் அளவு அதிக அளவிலும் உள்ள பூச்சுகளில் பளபளப்புத் தன்மை அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது.

நிறப்பொருள்கள் எண்ணெயில் நன்கு கலக்கப்பட்டபின் அவை ஒரு கூழ்நிலையிலுள்ளதாகக் கொள்ளலாம். கூழ்நிலையி லுள்ள பொருள், கட்டிக் கூழாக மாறித் திண்மப் படலம் எளிதில் ஏற்படுவதற்கு உதவுகின்றது. கட்டிக் கூழ் அழுத்தத்தினால் கூழ்நிலையை அடையக்கூடும். இப் பண்புக்குக் கட்டிக்கூழ் இளகல் (Thixotropic) எனப்பெயர். நிறப்பொருள் கலந்துள்ள எண்ணெயில் இப்பண்பு அதிகமிருப்பின், அதனைச் சிறந்த வர்ணப் பூச்சாகக் கருதலாம். தூரிகையில் (Brush) எடுத்துக்கொண்ட வர்ணக் கூழ் சொட்டாமல் இருப்பதற்கு இப்பண்பு பெரிதும் உதவுகின்றது.

உலர்த்திகள் (Driers)

எண்ணெய் திண்மப் பொருளாக மாறுதலடையும் வினையில் உலர்த்திகள் வினை வேகமாற்றிகளாகச் செயல்படுகின்றன. இவைகள் வேதி அமைப்பில் உலோக சவுக்காரங்களாக உள்ளன. இவ்வகைப் பொருள் துத்தநாகம், காரீயம் கோபால்ட், மாங்கனீஸ், வெனேடியம் போன்ற ஏதாவது ஒரு உலோகத்தின் ரெசினேட் டாகவே அல்லது நாஃப்தினேட்டாகவோ இருக்கின்றது.

உலர்த்திகள் வெளிமண்டலத்திலுள்ள ஆக்சிஜனை உறிஞ்சி எண்ணெயின் உலருதல் வினை நன்கு நடைபெற உதவுகின்றன, உலரும் வினையின் வேகமும், எண்ணெய் உலருவதால் ஏற்படும் திண்மப் படலத்தின் தன்மைகளும் உலர்த்திகளின் தன்மைகளால் மாறுபடுகின்றன. மாங்கனீச உலர்த்திகளைவிட வெனேடியம் உலர்த்திகள், உலரும் வினையின் வேகத்தை $2\frac{1}{2}$ மடங்கு அதிகப் படுத்துகின்றது. மாங்கனீச உலர்த்திகள் காரீய உலர்த்திகளை விட உலரும் வினையின் வேகத்தை இருமடங்கு அதிகப்படுத்து கின்றன.

உலர்த்திகள் முக்கியமாக வினை வேகமாற்றிகளாகச் செயல் படுவதால் மிகச் சிறிய அளவே கலக்கப்படுகின்றன. காரீய உலர்த்திகளை 0·2 சதவீதத்திலும், கோபால்ட், வெனேடியம், மாங்கனீச உலர்த்திகளை 0·01 லிருந்து 0·05 சதவீத அளவிலும் கலக்கப்படுகின்றன.

உலர்த்திகள், திண்மப் படலத்தின் பாகுத்தன்மை கடினத் தன்மை போன்ற பண்புகளையும் சிறிதளவு மாற்றுகின்றன. பொதுவாக ஒரு சதவீதத்திற்குமேல் உலர்த்திகள் சேர்க்கப்படும் பொழுது, பொடியாகும் தன்மையையும் பெறுகின்றது.

சில சமயங்களில் நிறப்பொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படும் சேர்மங்கள், எண்ணெயுடன் வேதி வினையுற்று உலோக சவுக் காரங்களாக மாறுகின்றன. இவைகளும் உலர்த்திகளாகச் செயல் படுகின்றன. காரீய ஆக்சைடுகள் இவ்வகை நிறப்பொருள் களுக்கு எடுத்துக் காட்டாகக் கூறலாம்.

நீர்க்கும் பொருள்கள் (Thinners)

வர்ணப் பூச்சுகள் தயாரிக்கப்படும்பொழுது பலவகை திண்மப் பொருள்கள் எண்ணெயுடன் கலக்கப்படுகின்றன. இதனுல் முடிவில் கிடைக்கும் பொருளின் பாகியல்பு அதிகமா கின்றது. இதனைக் குறைக்கும்பொருட்டு நீர்க்கும் பொருள்களென தொழில் துறையில் அழைக்கப்படும் நீர்மங்களை வர்ணப்பூச்சுத் தயாரிப்பில் பயன்படுத்துகின்றனர். இவ்வகை நீர்மங்களைக் கலப்பதால், எளிதில் தூரிகையின் உதவியாலும், தெளித்தல் முறையிலும், வர்ணப் பூச்சுகளைப் பொருள்களின் மேல் பூசலாம். சில சமயங்களில் இந்நீர்மங்கள் வர்ணப் பூச்சு தயாரிப்பில் கலக்கப் படும் திண்மப் பொருள்கள், எளிதில் எண்ணெயில் கரைவதற்கும் பயன்படுகின்றன.

டர்பென்டைன் என வழங்கப்படும் ஒருவகை நீர்மப்பொருள் பெரும்பாலான வர்ணப்பூச்சுகள் தயாரிப்பில் நெடுங்கால மாகப் பயன்பட்டு வருகின்றது. டர்பென்டைன் என்ற நீர்மப் பொருள் பைன் மரத்திலிருந்து பெறப்படுகின்றது. டர்பென்டைன், டர்பீன் என வழங்கப்படும் ஒருவகை கரிமப் பொருள்களின் கலவையாகும். டர்பீனின் மூலக்கூறு வாய்பாடை $(C_5H_8)_n$ எனக்குறிக்கலாம். 'n' -ன் மதிப்பு ஒரு முழு எண்ணுக இருக்கும். டர்பென்டைனில் காணப்படும் டர்பீன்களின் சதவீதங்கள், டர்பென்டைன், பைன்மரத்திலிருந்து பெறப்படும் முறையைப் பொறுத்துள்ளன.

பைன் மரத்தில் பல பாகங்களில் பிசின் போன்றதொரு பொருள் வெளியேறுகின்றன. இப் பிசினைச் சேகரித்து, அதிலிருந்து பெறப்படும் மரத்தூள் அல்லது சிறு மரத்துண்டுகளை நீராவியால் காய்ச்சி வடித்துப் பெறலாம்.

டர்பென்டைனில் முக்கியமாக α-பைனீன் (α-pinene) β-பைனீன் (β-pinene) காம்ஃபீன் (Camphene) என்ற டர்பீன்கள் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. இச்சேர்மங்கள் அனைத்தும் ஐசோமர்களாக இருத்தலால் $C_{10}H_{16}$ என்ற மூலக்கூறு வாய்பட்டால் இவற்றைக் குறிக்கலாம்.

கீழ்க் கண்ட அட்டவணையில் டர்பென்டைனில் காணப்படும் முக்கிய சதவீதங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

டர்பீனின் பெயர்	பெறப்படும் முறை [டர்பீனின் அளவு சதவீதத்தில்]	
	பிசினிலிருந்து	மரத்தூளிலிருந்து
α-பைனீன்	60—65	75—80
β-பைனீன்	25—35	—
காம்ஃபீன்	—	4—10
பிற டர்பீன்கள்	5—10	15—20

இச்சேர்மங்களின் ஒவ்வொரு மூலக்கூறிலும் ஓர் இரட்டைப் பிணைப்பு காணப்படுகின்றது. எனவே, டர்பென்டைன் நீர்க்கும் பொருளாக விளங்குவதுடன் எளிதில் வாயு மண்டலத்திலுள்ள ஆக்சிஜனை உறிஞ்சும் பொருளாகவும் செயல்படுகின்றது. இதனால் உலர்த்தியைப் போன்று எண்ணெயின் உலருதல் வினையின் வேகத்தை முடுக்குகின்றது. டர்பென்டைனும் வர்ணப்பூச்சில் வாகனமாகப் பயன்படும் உலரும் எண்ணெயைப் போன்று, ஆக்சிஜன் உறிஞ்சப்பெற்ற இடத்தில் தொடர்ந்து வேதி வினையுற்று, திண்மப் பொருளாக மாறுகின்றது.

டர்பென்டைன் எண்ணெய்க்கு அடுத்தபடியாக ரோசின் எண்ணெய் (Rosin oil), வர்ணப் பூச்சுகள் தயாரிப்பில் நீர்க்கும் பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ரோசின் என்றழைக்கப்

ஒரு வகைத் தாவரப் பொருளைச் சிதைத்து, வடித்தல்மூலம் இந்த எண்ணெய் பெறப்படுகின்றது.

ரோசின் எண்ணெயில் அபிடிக் அமிலம் (Abietic acid) என்ற கரிம அமிலம் மிகுந்த அளவில் காணப்படுகின்றது இந்த அமில மூலக்கூறில் இரு இரட்டைப் பிணைப்புகள் காணப்படுகின்றன. எண்ணெயிலுள்ள அமிலப்பொருள், காரத்தன்மையுள்ள நிறப்பொருள்களுடன் எளிதில் வினையுறுகின்றது. இவ்வினையில் பெறப்படும் பொருள் உலர்த்தியாகச் செயல்படுவதால், வர்ணப்பூச்சிலுள்ள உலரும் எண்ணெய் எளிதில் திண்மப் படலமாக மாறுகின்றது.

தாவரங்களிலிருந்து பெறப்படும் எண்ணெய்ப் பொருள்களுக்குப் பதிலாக, தற்காலத்தில் பெருமளவில் கனிம எண்ணெய்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பெட்ரோலியம் சிதைத்து வடித்தலில் கிடைக்கப்பெறும் சில பின்னங்கள், நீர்க்கும் பொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

150°C லிருந்து 200°Cவரை கொதிநிலையிலுள்ள பெட்ரோலியம் பின்னம் வர்ணப்பூச்சு தயாரிப்பில் நீர்க்கும் பொருளாகப் பயன்படுகின்றது. இந்த பின்னம் மிகக்குறைந்த பாகு இயல்பைப் பெற்றுள்ளதால், சிறந்த நீர்க்கும் பொருளாகச் செயல்படுகின்றது. இந்த பின்னம் எளிதில் ஆவியாகக் கூடியதாகையால் பொருள்களின் மேற்பரப்பில் வர்ணப்பூச்சு பூசப்பட்டவுடன், இது மட்டும் எளிதில் ஆவியாகி வெளியேறுகின்றது. தற்காலத்தில் பெட்ரோலியம் சுத்திகரிப்பில் வெளியேறும் வாயுப் பொருள்களிலிருந்து மணமற்ற ஹைட்ரோ கார்பன்களைத் தகுந்த வேதிவினைகள் மூலம் தயாரிக்கின்றனர். இவற்றையும் வர்ணப்பூச்சு தயாரிப்பில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

நிலக்கரித்தாரைக் காய்ச்சி வடித்தலில் பெறப்படும் பின்னங்களில் ஒன்றான குறை செறிவு எண்ணெயில் (light oil), பென்சீன் படி வரிசையிலுள்ள பல அரோமாடிக் ஹைட்ரோ கார்பன்கள் உள்ளன. இந்த பின்னத்தை மேலும் காய்ச்சி வடித்தல் செய்யின் டாலுயின் (Toluene) என்ற ஹைட்ரோ கார்பனைப் பெறலாம். இதனை வர்ணப்பூச்சுத் தயாரிப்பில் நீர்மப் பொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

வர்ணப்பூச்சைத் தயாரித்தல்

நிறப்பொருள்களையும் பரப்பிகளையும், உலரும் எண்ணெயுடன் நன்கு கலந்து, ஒரு பசைபோன்ற பொருளை முதலில் பெறுகின்றனர். இப்பசையுடன் மேலும் தகுந்த அளவில் உலரும் எண்ணெயையும், உலர்த்திகளையும், நீர்க்கும் பொருளையும், கலக்கி, கூழ்நிலையில் (colloidal state) வர்ணப் பூச்சைப் பெறுகின்றனர். இதன் பாகியல் (viscosity) மிக அதிகமாக இல்லாமலும், மிகக் குறைவாக இல்லாமலும் இருத்தல் வேண்டும். அப்பொழுதுதான் வர்ணப்பூச்சைத் தூரிகை மூலமாகவோ, அல்லது தெளித்தல் மூலமாகவோ, சேதமின்றிப் பொருள்களின் மேல் மெல்லிய படலமாகப் பூசமுடியும்.

வர்ணப்பூச்சு தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப்படும் நிறப்பொருள்களும், பரப்பிகளும் நன்கு உலர்ந்தவைகளாக இருத்தல்வேண்டும். அப்பொழுதுதான் அவைகள் வாகனமாகப் பயன்படும் எண்ணெயினுல் நன்கு நனைக்கப்பட்டு, இறுதியில் ஒரு படித்தான நிலையில் இருக்கும். வர்ணப்பூச்சிலுள்ள நிறப்பொருளின் சதவீதமே, வர்ணப்பூச்சினுல் பெறப்படும் படலத்தின் பளபளப்புத் தன்மையைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. பொதுவாக நிறப்பொருளின் சதவீதம் அதிகமாக இருப்பின் படலத்தின் பளபளப்புக் குறைவாக இருக்குமெனக் கூறலாம். நிறப் பொருளின் பருமனளவு செறிவை (Pigment Volume Concentration) P.V.C. எனக்குறிப்பிடுவர். இதனைக் கணக்கிட கீழ்க்காணும் வாய்பாட்டைப்பயன்படுத்தலாம்.

$$P.V.C = \frac{\text{நிறப் பொருளின் பருமனளவு}}{\text{நிறப்பொருளின் பருமனளவு} + \text{உலரும் எண்ணெயின் பருமனளவு}}$$

சில சமயங்களில் வர்ணப் பூச்சியிலிருந்து பெறப்படும் திண்மப் படலம், தோல் உரிவதுபோல் உரிந்து சிதைந்து விடும். இதனைத் தடுக்கும்பொருட்டு வர்ணப் பூச்சு தயாரிப்பின்பொழுது, சிறிதளவு பீனுல் வரிசையைச் சேர்ந்த சில கரிம சேர்மங்களைக் கலப்பதுண்டு. இவ்வகைப் பொருள்களைத் தோல் உரிப்பைத் தடுக்கும் பொருள்கள் (Antiskinning agents) என அழைப்பர்.

வர்ணப் பூச்சுப் படலத்தில் வெடிப்புகள் தோன்றக்கூடும். படலத்திற்குச் சிறிதளவு மீட்சித் தன்மையைக் (elasticity) கொடுக்கும் பொருள்களைக் கலப்பதன்மூலம் இதனைத் தவிர்க்கலாம். இவ்வகைப் பொருள்களுக்கு இளக்கித் துணைகள் (Plasticisers) எனப்பெயர். சில உலரா எண்ணெய்கள் இளக்கித்

துணைகளாகச் செயல்படுவதால் இவற்றில் சிறிதளவு வர்ணப் பூச்சில் கலக்கப்படுகின்றது.

நவீனத் தொழிற்சாலைகளில் கோள அரைப்பிகளில் (ball-mills) நிறப் பொருள்கள், பரப்பிகள் உலரும் எண்ணெய், உலர்த்திகள், தோல் உரிப்பைத் தடுக்கும் பொருள்கள், இளக்கித் துணைகள், நீர்க்கும் பொருள்கள் இவற்றைக் கலந்து வர்ணப் பூச்சைப் பெறுகின்றனர். கோள அரைப்பிகள் சுழலும்பொழுது, கோளங்கள் கலவையின்மேல் விழுவதால் திண்மப் பொருள்கள் நன்கு பொடியாகின்றன. அரைப்பிகள் சுழன்றுகொண்டிருத்தலால், கலவை நன்கு கலக்கப்படுகின்றது. இதனைத் தகுந்த அளவில் துவாரங்கள் உள்ள கம்பி வலைகளின் வழியாகச் செலுத்திக் கலவையில் இருக்கக்கூடிய பெருந்துகள்களை நீக்குகின்றனர். இவ்வாறு வடிகட்டிக் கிடைக்கும், ஒரு படித்தான நிலைமையிலுள்ள வர்ணப் பூச்சுகளை தகுந்த கொள் கலங்களில் சேகரித்து விற்பனைக்கு அனுப்புகின்றனர்.

சில சிறப்பு வர்ணப்பூச்சுகள் (Some Special Paints)

வர்ணப் பூச்சுகள் சாதாரணமாக, உலோகங்களின் அரிமானத்தைத் தடுக்கவும், மரச்சாமான்கள் காலப் போக்கில் கெட்டழியாமல் போகவும், பொருள்களுக்குப் பொலிவும் அழகும் கொடுக்கவும் பயன்படுகின்றன. சில சிறப்பு வர்ணப் பூச்சுக்கள், குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் திறம்படச் செயல்படுவதற்காகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அவைகளுள் (1) நீர் வர்ணப் பூச்சுகள் (2) வெப்பம் தாங்கவல்ல வர்ணப் பூச்சுகள் (3) எரிதலை ஒடுக்கும் வர்ணப் பூச்சுகள் (5) வெப்பநிலையைக் காட்டும் வர்ணப்பூச்சுகள் (5) நீர்த்துளிகள் படிவதைத் தவிர்க்கும் வர்ணப்பூச்சுகள் (6) நீர் வெறுக்கும் வர்ணப் பூச்சுகள், (7) காளான் கொல்லி வர்ணப் பூச்சுகள் (8) ஒளிரும் வர்ணப் பூச்சுகள் முதலியவை முக்கியமானவைகளாகும். இவ்வகைச் சிறப்பு வர்ணப் பூச்சுகளில், சாதாரண வர்ணப் பூச்சுகளில் காணப்படும் சில முக்கியப் பொருள்கள் அதிக அளவிலோ அல்லது குறைந்த அளவிலோ இருக்கின்றன. மேலும் சில வேதிப்பொருள்களும் இவற்றுடன் கலக்கப்படுகின்றன.

வர்ணப் பூச்சுகள் (Water Paints)

நீர் வர்ணப் பூச்சுகளில் எண்ணெய்க்குப் பதிலாக நீர் வாகனப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. சுட்ட சுண்ணாம்புடன் நீரும், புளித்த மோரும், நிறப்பொருள்களும் கலந்து கிடைக்கும்

வர்ணப் பூச்சுகளை, கிரேக்கர்களும், எகிப்தியர்களும் பயன்படுத்தி வந்தனர். சுண்ணும்பு, புளித்த மோருடன் வினையுற்று கால்சியம் காசினேட் (Calcium caseinate), கால்சியம் லாக்டேட் (Calcium lactate) என்ற உலோக கரிமவேதிப் பொருள்களைக் கொடுக்கின்றது. இப்பொருள்களை, பொருள்களின் புறப்பரப்பில் இணைக்கும் (binding) பொருள்களாகச் செயல்படுகின்றன. இதற்குப் பின்பு முட்டையின் வெள்ளைக் கரு (egg-white), குளு (glue), கெயிசின் (casein) போன்ற பொருள்களை நீர் வர்ணப் பூச்சுகள் தயாரிப்பதில் பயன்படுத்தப்பட்டன. இவைகளும் நிறப் பொருள்களைப் பொருளின் புறப்பரப்புடன் இணைக்கும் பொருள்களாகச் செயல்படுகின்றன.

தற்காலத்தில் நீர்வர்ணப் பூச்சுகள் பால்மங்கள் நிலையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவைகள் நீரில் எண்ணெய் (Oil in Water) வகைப் பால்மங்களைச் சேர்ந்தவை. இவ்வகை வர்ணப் பூச்சுகளில் (1) புரோட்டீன்களைப் பெற்றுள்ள நீர்க் கரைசல், (2) கூழ் கரைசலாக்கும் பொருள் (3) கூழ் காப்பாற்றும் பொருள் (4) நுரைத்தலைத் தடுக்கும் பொருள் (5) பால்மமாக்கி (6) நிறப்பொருள்கள் போன்ற பலவகைப் பொருள்கள், காணப்படுகின்றன. நிறப்பொருள்கள் எண்ணெய்த் துளிகளையும் நீரையும் வேறுபடுத்தும் புறப்பரப்பில், எண்ணெய்த் துளிகளின் பரப்பில் படிந்திருக்கின்றன. இவ்வாறு நிறப்பொருள்கள் அமைவதற்கு, வேறுபடுத்தும் புறப்பரப்பின் இழுவிசையினைக் கட்டுப்படுத்தக்கூடிய, திறம்மிக்க கரிமப் பொருள்களும் சேர்க்கப்படுகின்றன.

ரப்பர், பால் அல்லது செயற்கை ரெசின் கலக்கப்பட்ட நீர் பால்மங்களும் இவ்வகை வர்ணப் பூச்சுகளைச் சேர்ந்தவைகளாகும். பாலிவினைல் அசிட்டேட் (polyvinyl acetate), அக்ரேலேட் (Acrylate), பூபூனு S. போன்ற பொருள்கள், செயற்கை ரெசின்களுக்கு எடுத்துக் காட்டுக்களாகும். இவ்வகை வர்ணப் பூச்சுகள் எளிதில் உலர்ந்துவிடுகின்றன. அக்ரேலேட் பால்மங்கள், மரச் சாமான்கள், சிமெண்ட் அமைப்புகள்மேல் பூசப்படும்பொழுது, மிக்க பொலிவைத் தருகின்றன. இவைகளை நன்கு உலராத, புறப்பரப்பின்மேலும் எளிதில் பூசிவிடலாம். பாலிவினைல் அசிடேட் பால்மம் சுமார் 2°C வெப்ப நிலையிலும் எளிதில் உலரக் கூடியது.

நீர் வர்ணப் பூச்சுகளை எளிதில் பொருள்களின் புறப்பரப்பின் மீது பூசமுடியும். புதிய சிமெண்ட் பரப்பையும் மற்ற புதிய புறப் பரப்பையும் அவை எளிதில் பற்றிக்கொள்ளக் கூடியவை. நீரை

நீர்க்கும் பொருளாகப் பயன்படுத்தமுடியும். இவைகள் எவ்வித நாற்றமும் பெற்றிருப்பதில்லை. நெருப்பினுல் பாதிக்கப்படுவதுமில்லை. இவ்வர்ணப் பூச்சுகள் பூசப்படுவதற்குப் பயன்படுத்தப் படும் தூரிகையையும், தெளித்தல் சாதனங்களையும் எளிதில் சுத்தம் செய்ய முடியும். கீழே சிதறிய வர்ணப் பூச்சுகளை ஈரத் துணியின் உதவி கொண்டு நீக்கியும் விடலாம்.

பால்மங்களிலுள்ள நிறப்பொருள்கள், அதிக அளவில் மூடும் திறனைப் பெற்றுள்ளன. ரெசின்கள் கலந்த நீர் வர்ணப் பூச்சுகள் பூசப்பட்டுள்ள புறப்பரப்புகளை எளிதல் கழுவிச் சுத்தம் செய்ய முடியும். இவைகள் உலர்ந்தபின்பு, மிக அதிக அளவில் வேதி வினைகளை எதிர்த்து நிரந்தரமாக இருக்கக்கூடியவை. அக்ரேலேட் படலம், புற ஊதா நிற அலைகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

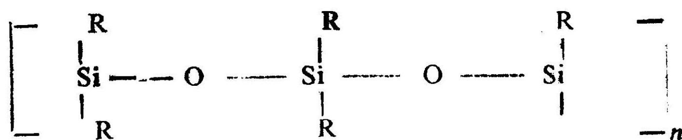
நீர் எனுமல் என்ற ஒருவித பூச்சும் தற்காலத்தில் செய்யப்படுகின்றது. இதில் நிறப் பொருள்கள், எண்ணெய்த் துளிகளில் தொங்கல் நிலையிலுள்ளன. இவைகள் மிக பளபளப்பான பூச்சைக் கொடுக்கக் கூடியவை.

வெப்பம் தாங்கவல்ல வர்ணப் பூச்சுகள் (Heat Resistant Paints)

சாதாரண வர்ணப் பூச்சுகள் வெப்பநிலை உயரும்பொழுது கெட்டழிகின்றன. எண்ணெய் உலருவதால் உண்டான திண்மப் படலத்தின் சில பகுதிகள், சூழ்நிலையின் வெப்பநிலை உயரும் பொழுது விரிவடைந்தும், அதிலுள்ள சில பகுதிகள் ஆவியாகியும், பொரிந்து விடுகின்றது. படலம் கரிமப் பொருளாகையால் மேலும் வெப்பநிலை உயரும்பொழுது சிதைந்து கரியாக மாறுகின்றது. இக் காரணங்களால், சாதாரண வர்ணப் பூச்சுகளை, வெப்ப நிலை அதிகரிக்கக்கூடிய சூழ்நிலையிலுள்ள பொருள்களின் மேற் பரப்பில் பூசப் பயன்படுத்தமுடிவதில்லை.

தற்காலத்தில் தயாரிக்கப்படும் வெப்பம் தாங்கவல்ல வர்ணப் பூச்சுகளில், சிலிகோன் வாகனங்களும் உலோகத் தூகள்களும், வெப்பத்திஞல் பாதிக்கப்படாத நிறப்பொருள்களும் அடங்கியுள்ளன.

சிலிகோன்கள் என அழைக்கப்படும் பொருள்கள், சிலிகான், ஆக்சிஜன் என்ற இரு அணுக்களும், ஆல்கைல் தொகுதிகளும் கொண்டுள்ள ஒரு வகைச் செயற்கை ரெசின்களாகும். இவற்றின் அமைப்பைப் பின்வரும் வாய்பாடினுல் குறிக்கலாம்.



n = பெரிய முழு எண்.

R = ஆல்கைல் தொகுதி

'n' ன் மதிப்பு 100 முதல் 500 வரை இருப்பின் இது நீர்மமாக உள்ளது அவ்வகை சிலிகோன்கள் வெப்பம் தாங்கவல்ல வர்ணப் பூச்சுகளில் வாகனங்களாகப் பயன்படுகின்றன. சிலிகோன்கள் வெப்ப மாறுதலினால் கெட்டழிவதில்லை.

அலுமினியம், துத்தநாகம், ஈயம் போன்ற உலோகங்களின் துகள்களும் இவ்வகை வர்ணப் பூச்சுகளில் கலக்கப்படுகின்றன. இத்துகள்கள் வெப்பத்தை எளிதில் கடந்தக்கூடியவைகளாகவும் பிரதிபலிக்கக்கூடியவைகளாகவும் உள்ளன. எனவே, இவை சிலிகோன் திண்மப் படலத்தை வெப்பம் தாக்காமல் பாதுகாக்கின்றன.

மைக்கா, குரோமிக் ஆக்சைடு, டிட்டேனியா, கிராஃபைட் போன்ற நிறப்பொருள்கள் வெப்பத் தாக்குதலினால் மாறுதல்கள் அடைவதில்லை. அவற்றின் நிறம் நிரந்தரமாக உள்ளது. எனவே, இவ்வகை நிறப்பொருள்களே வெப்பம் தாங்க வல்ல வர்ணப் பூச்சு தயாரிப்புகளில் பயன்படுகின்றன.

சிலிகோனை வாகனமாகப் பெற்றுள்ள வர்ணப் பூச்சுகளை மெது எஃகுச் (Mild steel) சாதனங்களில் பூசப் பயன்படுத்துகின்றனர். எஃகுச் சாதனங்கள் 500°C வெப்ப நிலையில் இருப்பினும், அவைகள் அரிமானத்திலிருந்து தடுக்கப்படுகின்றன. சிலிகோன் வாகனத்திலுள்ள கரிமத் தொகுதிகள் மித்தைல் அல்லது ஃபினைல் தொகுதிகளாக இருப்பின், வர்ணப் பூச்சு நீண்டகாலத்திற்குக் கெட்டழியாமல் இருக்கின்றது. ஆகாய விமானங்களிலுள்ள, புகை வெளியேற்றுக் குழாய் காற்று அழுத்த சாதனத்திலுள்ள (Compressor) தகடுகள் போன்றவைகள் வெப்ப மாறுதல்களுக்கு உட்படுகின்றன. இவற்றிற்கு வெப்பம் தாங்கவல்ல வர்ணப் பூச்சுகள் பூசப்படுகின்றன.

எரிதலை ஒடுக்கும் வர்ணப் பூச்சுகள் (Fire Retardant Paints)

தீப்பற்றி எரியக்கூடிய பொருள்களின்மீது, எரிதலை ஒடுக்கும் வர்ணப் பூச்சுகளைப் பூசுவதன்மூலம் அவைகள் எளிதில் எரியா வண்ணம் தடுக்கமுடியும். இவைகள் வெப்பம் தாங்க வல்ல வர்ணப் பூச்சுகளைப் போன்று, அதிக வெப்ப நிலையில் சிதையாமல் இருக்கவேண்டுமென்பதில்லை. இதற்கு மாறாக, இவ் வர்ணப் பூச்சுகள் அதிக வெப்பநிலையில் சிதைவதால் உண்டாகும் வினை பொருள்கள் தீயணைப்பதிலும் தீ மேலும் பரவாமல் தடுப்பதிலும் பங்கு பெறுகின்றன.

இவ்வகை வர்ணப் பூச்சுகளில், கால்சியம் அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட், மக்னீசியம் அம்மோனியம் ஆர்த்தோ பாஸ்பேட், துத்தநாக அம்மோனியம் டங்ஸ்டேட்; உலோக போரேட்கள், உலோக போரோ டங்ஸ்டேட்டுகள், ஆன்டிமொனி ஆக்சி குளோரைடு, சுண்ணும்புக்கல், கார உலோக ஆக்சைடுகள், கரிம குளோரின் சேர்மங்கள் போன்ற ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற் பட்ட சேர்மங்கள் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன இச் சேர்மங்கள் வெப்பத்தால் சிதைவுற்று, அம்மோனியா நீர், கார்பன் டை ஆக்சைடு, குளோரின், ஹைட்ரஜன் குளோரைடு போன்ற வினைப் பொருள்களைத் தருகின்றன. இவ் வினைபொருள்கள் தீயை அணைக்கக் கூடியவைகளாயுள்ளன. எனவே, பொருள்கள் எரி வதிலிருந்தும் தடுக்கப்படுகின்றன.

வெப்பம் ஒடுக்கும் வர்ணப்பூச்சுகளில் சில, அதிக வெப்ப நிலையில் உருகி, கட்டிக் கூழ்நிலையிலுள்ள ஒரு பொருளைத் தருகின்றது. இப்பொருள் வர்ணப்பூச்சிலுள்ள திண்மப் படலம் சிதைவுறுவதால் ஏற்படும் வினைபொருள்களால் நிலைத்திருக் கின்றது. இவ்வகைக் கட்டிக்கூழின் வழியே காற்று உட்புக முடியாதாகையால், பொருள் எரிவதினின்றும் காப்பாற்றப் படுகின்றது.

வெப்பம் ஒடுக்கும் வர்ணப்பூச்சுகளில் வெப்பத்தினுல் பாதிக்கப்படாத சிலிகோன்கள் வாகனங்களாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. தீயினுல் பாதிக்கப்படாத கரிம குளோரின் சேர்மங் களும், மித்திலைல் யூரியா (Mettylyl urea) போன்ற நீர்மங்களும், வாகனங்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மைக்கா, அஸ்பெஸ்டாஸ், சிலிகேட்டுகள் ஒரு வகைக் களிமண் இவற்றை இவ்வர்ணப் பூச்சுகளில் கலப்பதன்மூலம் வெப்பக் கடத்தல் குறைகின்றது. அதிக அளவில் நிறப்

பொருளும், பரப்பிகளும் கலக்கப்பட்டால், வெப்பம் கடத்தும் திறன் வெகுவாகக் குறைகின்றது.

நீரை வாகனமாகப் பெற்றுள்ள வர்ணப்பூச்சுகளும், எரிதலை ஒடுக்கக்கூடியவைகளாக உள்ளன. இவ்வகை வர்ணப்பூச்சுகள் தயாரிப்பதில் (1) போராக்ஸ் அல்லது சோடியம் சிலிகேட் அல்லது அம்மோனியம் சிலிகேட் போன்ற கனிமப் பொருள்கள் (2) யூரியா போன்று நைட்ரஜனைப் பெற்றுள்ள கரிமப் பொருள்கள் (3) தீயினுல் கருகக்கூடிய ஸ்டார்ச்சு, குளுகோஸ் போன்ற கரிமச் சேர்மங்கள் முக்கியப் பங்கு பெறுகின்றன. கீழ்க் காணும் அட்டவணையில் இரண்டு எரிதலை ஒடுக்கும் வர்ணப் பூச்சிலுள்ள பொருள்களின் சதவீதங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

எரிதலை ஒடுக்கும் வர்ணப்பூச்சு I

வர்ணப்பூச்சிலுள்ள பொருள்களின் பெயர்கள்	அளவுகள் (சதவீதத்தில்)
அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட்	56·0
யூரியா	10·3
மானிட்டால்	21·2
நிறப்பொருள்கள் (TiO_2)	12·0
தடுப்புக் கூழ்கள்	0·5
நீர்	50·0

எரிதலை ஒடுக்கும் வர்ணப்பூச்சுகளை வீட்டின் உட்பாகத்தில் உள்ள பலவகை மரச் சாதனங்களில் பூசுவதால் தீ விபத்துக் களினின்றும் அவைகள் காப்பாற்றப்படுகின்றன. தற்காலத்தில், தீயினுல் பாதிக்கப்படாத பலவகைக் கரிம ரெசின் பொருள்கள் செய்யப்படுகின்றன. இவற்றுள் முக்கியமாகக் குறிப்பிடத்தக்கது ஹெக்சாகுளோரோ சைக்ளோ பென்டாடையீன் (Hexa chloro-cyclopentadiene) என்ற சேர்மமாகும். இச் சேர்மத்தைத் தொழிற் றுறையில் H.E.T என அழைப்பர். இதனைப் பெருமளவில் எரிதலை ஒடுக்கும் வர்ணப்பூச்சுகள் தயாரிப்பில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

எரிதலை ஒடுக்கும் வர்ணப்பூச்சு II

வர்ணப்பூச்சிலுள்ள பொருள்களின் பெயர்	அளவுகள் (சதவீதத்தில்)
லித்தஃபோன்	10·0
போரோ சேர்மங்கள்	10·2
களிமண்	6·0
கால்சியம் கார்பனேட்	2·5
பால்வினைல் அசிடேட்	15·3
நீர்	56

வெப்ப நிலையைக் காட்டும் வர்ணப்பூச்சுகள் (Temperature indicating Paint)

வர்ணப்பூச்சுகளில் வெப்பநிலைக்குத் தகுந்தவாறு நிறம் மாறக்கூடிய பொருள்களிருப்பின், சாதனங்களின் வெப்ப நிலையை அறிவதற்காக இவ்வகைப் பூச்சுகள் பொருள்களின்மீது பூசலாம். இவ்வகைப் பூச்சுகள் சாதனங்களின் பாகங்களின் வெப்பநிலையைக் காட்டுவதுடன், சாதனங்கள் வெப்பம் கடத்தாப் பொருள்களால் காப்பாற்றப்பட்டிருந்தால், காப்பான்களின் (insulators) திறமையையும் அளவிட உதவுகின்றன.

வெப்பத்தினால் நிறம் மாறுதலடையும் பல்வேறு பொருள்களின் கலவைகளை வர்ணப்பூச்சில் கலந்து, சுமார் 45°C முதல் 1500°C வரையுள்ள வெப்பநிலையை அறிவதற்கு உபயோகிக்கின்றனர் இரும்பு, கோபால்ட், மாங்கனீசு நிக்கல் காப்பர். குரோமியம், மாலிபிடினியம், யுரேனியம் போன்ற உலோகங்களின் இரட்டை உப்புக்களும் அமீன்களும் வெப்பத்தினால் நிறமாற்றம் அடையக்கூடியவை. இச்சேர்மங்கள் நிறமாற்றம் அடைவதை ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வாயு பாதிக்கின்றது. சல்ஃபர்டை ஆக்சைடு. அம்மோனியா போன்ற வாயுக்களும் நிறமாற்றங்களை பாதிக்கின்றன. எனவே வெப்ப நிலையை அறிய வர்ணப்பூச்சுகளைப் பயன்படுத்தும் சூழ்நிலையில், ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, சல்ஃபர்டை ஆக்சைடு, அம்மோனியா போன்ற வாயுக்கள்

இல்லாமலிருத்தல் வேண்டும். எனவே, இவ்வகை வர்ணப் பூச்சுக்களின்மீது நிறமற்ற அழகெண்ணெய்ப் பூச்சு (Lacquer coating) கொடுக்கப்படுகின்றது. இதனால் ஏற்படுகின்ற திண்மப் படலம், வெப்பநிலையைக் காட்டும் வர்ணப்பூச்சுப் படலம் வெளி மண்டலத்திலுள்ள வாயுப் பொருள்களால் பாதிக்கப்படாமல் தடுக்கின்றது.

வெப்ப நிலையையும், வெப்ப நிலையில் எவ்வளவு காலம் வர்ணப்பூச்சு தொடர்புகொண்டிருந்ததென்பதைப் பொறுத்தும் இவ்வகை வர்ணப்பூச்சுகளின் நிறங்கள் மாறுதலடைகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒரு நிமிடம் வர்ணப்பூச்சு, தொடர்புகொண்டிருந்தால் ஏற்படக்கூடிய அதே நிறத்தை 30 நிமிடங்களுக்குக் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையைவிட சற்றுக்குறை வான வெப்ப நிலையில் அதே வர்ணப்பூச்சு அடையும்.

சில்வர் அயோடைடு 5 பாகமும், மெர்க்குரிக் அயோடைடு ஒரு பாகமும் உள்ள கலவையைப் பெற்றுள்ள ஒரு வகை வர்ணப் பூச்சு, 110° வெப்ப நிலையிலிருந்து 600°C வெப்ப நிலை வரை யிலும் வெவ்வேறு நிற மாற்றங்கள் அடைகின்றது இவ் வகை வர்ணப் பூச்சுகளைத் தயாரிப்பவர்கள், அவற்றுடன் நிற விளக்கப் படமும் (colour chart) கொடுக்கின்றனர். வர்ணப்பூச்சு வெவ் வேறு வெப்பநிலையில் அடையும் நிற மாறுதல்களையும் அவற்றின் வெப்ப நிலையையும் நிற விளக்கப் படத்தில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த வர்ணப் பூச்சை வெப்ப நிலையை அறியும் சாதனத்தின்மீது பூசி, வெகு எளிதில் வெப்பநிலையை அறியலாம்.

நீர்த்துளிகள் படிவதைத் தடுக்கும் வர்ணப் பூச்சுகள் (Anti-condensation Paint)

ஈரப்பதன் (humidity) அதிகமுள்ள இடங்களில் சுவர்கள் மீதும், சாதனங்கள்மீதும் நீர்த்துளிகள் படிகின்றன. கப்பல் அடித்தளத்திலுள்ள அறைகளிலும், குளிர் காலங்களில் வீடுகளின் அலமாரிகளின் உட்புறங்களிலும், பிற சாதனங்கள்மீதும் நீர்த் துளிகள் படிகின்றன. ஒரு வகை சிறப்பு வர்ணப்பூச்சினால் நீர்த் துளிகள் படிவதைத் தடுக்கலாம்.

இவ்வகை வர்ணப்பூச்சுகள் பொருள்களின் புறப்பரப்பின் மீது அதிக கனமாகப் பூசப்படுகின்றன. பூச்சின் தடிப்பு 0.2செ.மீ. அளவாவது இருத்தல் வேண்டும். இந்த வர்ணப் பூச்சுகள் சொர சொரப்பாகவும், அதிக அளவில் புறப்பரப்பு உள்ளதாகவும் இருக்கின்றன. இதனால் ஈரம் மிக்க அள வில் ஈர்க்கப்படுகின்றன

நுண் துகள்கள் மலிந்த சொரசொரப்பான வர்ணப்பூச்சின்மீது நீர்த் துளிகள் தோன்றுவதில்லை.

நீர் வெறுக்கும் வர்ணப்பூச்சுகள் (Water-repelling Paints)

நீர் வெறுக்கும் வர்ணப்பூச்சுகள் கற்காரைப் (concrete) பரப்புகளின்மீது பூசுவதற்குச் சிறந்தவைகளாக உள்ளன. இவ் வகைப் பூச்சுகளின் படலங்களின் வழியே, நீர் ஆவி நிலையில் ஊடுருவிச் செல்லக்கூடும். ஆனால், நீர்ம நிலையில் உட் புகமுடிவ தில்லை.

இவ்வகைப் பூச்சுகளில் சிலிகோன்கள் வாகனங்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சிலிகோன்கள் நீரினால் நன்கு நனைக்கப்படுவதில்லை. எனவே, சிலிகோன்களை வாகனங்களாக உள்ள வர்ணப் பூச்சுகள் நீரை வெறுக்கும் பண்பினைப் பெற்றுள்ளன.

சிலிகோன்கள் மிகச் சிறிய அளவில் கலக்கப்பட்டுள்ள மெரு கெண்ணெய்ப் பூச்சுகளும் (Varnishes) அழகெண்ணெய்ப் பூச்சு களும் (Lacquers) நீரை வெறுக்கும் பூச்சுகளாகப் பயன்படுத்தப் படுவதும் உண்டு.

இவ்வகைப் பூச்சுகள் பூசப்பட்டுள்ள பொருள்களின் மீது மூடுபனி அல்லது பனிக்கட்டிகள் படியுமாயின், அவைகள் பொருள்களின் மேற்பரப்பில் ஊன்றி ஒட்டிக்கொள்வதில்லை. எனவே, அவற்றை எளிதில் அப்புறப்படுத்த முடிகின்றது. கப்பல் களின் மேல் தளங்களிலும், ஆகாய விமானங்களின் புறப்பரப்பு களிலும் இவ் வகைப் பூச்சுகள் பூசப்படுகின்றன.

காளான் கொல்லி வர்ணப் பூச்சுகள் (Antifouling and Fungicidal Paints)

கப்பல்களின் அடித்தளத்தில், கடல் நீருடன் தொடர்புள்ள பாகங்களில் கடல் பாசி, அல்லது கடல் வாழும் நுண் விலங்கினங்கள் படிகின்றன. இந்த உயிர்ப் பொருள்கள் பிராண வாயுவை சுவாசித்து கரியமலவாயுவை வெளிவிடுகின்றன. கரியமல வாயுவின் சூழ்நிலையாலும், கடல்நீரிலுள்ள கனிமப் பொருள்களாலும் பொருள்கள் அரிமானம் அடைகின்றன. இவ் வகை அரிமானத்தைத் தடுக்கும்பொருட்டு வர்ணப் பூச்சுகள் பூசப்படுகின்றன. இவ் வகை வர்ணப் பூச்சுகளிலுள்ள வாகனம் அல்லது நிறப் பொருள்கள், நுண் உயிர்ப் பொருள்களுக்கு நச்சு

களாகச் செயல்பட்டு, தாவரப் பொருள்கள் அல்லது நுண் விலங்கினங்கள், பொருள்களின்மீது படிவதையும், தொடர்ந்து பெருக்கமடைவதையும் தடுக்கின்றன.

காப்பர், மெர்க்குரி, துத்தநாகசேர்மங்களில் பல நிறப்பொருள் களாக உள்ளன. காப்பர் சேர்மங்கள் நுண் தாவரங்களுக்கும். மெர்க்குரி சேர்மங்கள் நுண் விலங்கினங்களுக்கும், துத்தநாகச் சேர்மங்கள் இரு வகை உயிரினங்களுக்கும் நச்சுகளாக விளங்கு கின்றன. காப்பர் சேர்மங்களுள் குப்ரஸ் ஆக்சைடு, காப்பர் நாஃப்தினேட் முக்கியமானவைகள். மெர்க்குரி சேர்மங்களில், மெர்க்குரிஒலியேட், மெர்க்குரி ஆக்சைடு, மெர்க்குரஸ் குளோரைடு, ஃபினைல் மெர்க்குரி நாஃப்தினேட் போன்ற சேர்மங்கள் முக்கிய மானவைகளாகும். துத்தநாகச் நாஃப்தினேட்டும், துத்தநாக ஒலியேட்டும், துத்தநாக சேர்மங்களுள் முக்கியமானவை. இவற்றுள் ஏதாவது தகுந்த ஒன்றை அல்லது இரண்டு சேர்மங் களின் கலவையை நிறப் பொருளாகக் கலந்து, காளான் கொல்லி வர்ணப்பூச்சுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பென்டா குளோரோஃபினோல் (Penta chlorophenol) என்ற கரிமப் பொருளைக் காளான் கொல்லி வர்ணப்பூச்சுகள் தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப்படும் வாகனத்தில் கலப்பதன்மூலம், வாகனமும் காளான்களுக்கு நச்சுப் பொருளாக மாறுகின்றது. சாலிசைல் அனிலைட் (salicyl anilide), கிரிசோட் போன்ற பொருள்களும் வாகனத்துடன் கலக்கப்படுகின்றன.

காளான் கொல்லி வர்ணப்பூச்சுகள் ஈரத்துடன் தொடர்புள்ள பொருள்களின்மேல் பூசப்பட்டு, நுண் உயிர்ப் பொருள்களால் பொருள்கள் அரிமானம் அடைவது தடுக்கப்படுகின்றது. இவ்வகை வர்ணப்பூச்சுகள், மரச் சாமான்கள் கரையான் போன்ற சிறு உயிர்ப் பிராணிகளால் கெட்டழியாமலும் பாதுகாக்கின்றன. இப் பூச்சுகள் பூசப்படுவதற்கு முன்பாகப் பொருள்களின் புறப் பரப்பு நன்கு சுத்தம் செய்யப்படுதல் வேண்டும். பின்பு 0·03 சதவீதச் செறிவுள்ள மெர்க்குரிக் குளோரைடு கரைசலால் வர்ணம் பூசப்படவேண்டிய பரப்பில் முதன்மைப் பூச்சுப் பூசவேண்டும். இப் பூச்சு நன்கு உலர்ந்தபின்பே காளான் கொல்லி வர்ணப் பூச்சுப் பூசப்படவேண்டும்.

காளான் கொல்லி வர்ணப்பூச்சுகளில் மெர்க்குரிக் சேர்மங்கள் கலந்திருப்பின் அவற்றை மிக்க கவனிப்புடன் கையாளுதல் வேண்டும். மெர்க்குரிக் சேர்மங்கள் நுண் உயிர்களுக்குத் தீங்கு

விளைவிப்பதுபோலவே மற்ற உயிர் வாழ் பொருள்களுக்கும் நச்சாக உள்ளன.

எட்டுக் கால்பூச்சி, கரப்பான்கள் போன்ற பூச்சிகள் பொருள் களின்மேல் ஊர்ந்து செல்வதைத் தடுப்பதற்கும் ஒரு வகைக் காளான் கொல்லிப் பூச்சுக்கள் பூசப்படுகின்றன. வர்ணப் பூச்சுக் களுக்குப்பயன்படுத்தும் எண்ணெய்யில் 6 சதவீதம் D.D T என்ற நச்சுக் கொல்லி மருந்தைக் கலந்து தயாரிக்கக்கிடைக்கும் வர்ணப் பூச்சை இவ் வகைக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். பூச்சிக் கொல்லி மருந்து, எண்ணெய் உலர்ந்து உண்டாகும் திண்மப் படலத்தில், நன்கு ஊடுருவி இருக்கின்றது. வர்ணப்பூச்சுக்குப் பின் சுமார் இரண்டு ஆண்டுகள்வரை சிறு பூச்சு வகைகள் இவ் வர்ணப் பூச்சுகளின்மீது ஊர்ந்து செல்வதில்லை. அவ்வாறு அவை சென்றால் அவைகள் இறந்துவிடுகின்றன.

இவ் வகையில் சில அழகெண்ணெய்ப் பூச்சுகளும் உள்ளன. இந்தத் தயாரிப்பில் கலந்துள்ள பொருள்களின் செறிவுகள் கீழுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

எண்	அழகெண்ணெய்ப் பூச்சிலுள்ள பொருள்களின் பெயர்கள்	சதவீதம்
1.	ரெசின் (ஃபினைல் பார்மால்டிஹைடு)	2
2.	டீ டீ. டி (D.D.T).	6
3.	பாலி புயூடலீன்	4
4.	சைலீன் (Zylene)	29
5.	பெட்ரோலியம் ஈதர்	59

D D.T. நச்சுக் கொல்லியைப் பயன்படுத்துவது போன்று, காமக்சேன் அல்லது பிற நச்சுக் கொல்லிகளைப் பயன்படுத்தியும், வர்ணப்பூச்சுகளும், அழகெண்ணெய்களும் தயாரிக்கப்படு கின்றன. இவ்வாறு தயாரிக்கப்படும் அழகெண்ணெயில் நிறப் பொருள்கள் இல்லாததால், பளபளப்பான ஒளி ஊடுருவக்கூடிய படலம் உருவாகின்றது. இவற்றைத் திரைச் சீலைகள் (Screens) நீண்ட நாட்கள் உழைப்பதற்காக அவற்றின்மீது பூசுகின்றனர்.

ஒளிரும் வர்ணப்பூச்சுகள் (Luminous Paints)

ஒளிரும் வர்ணப்பூச்சுகளை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன: (1) உறிஞ்சி ஒளிவீசும் வர்ணப் பூச்சுகள் (Fluorescent paints) (2) நின்று ஒளிவீசும் வர்ணப் பூச்சுகள் (Phosphorescent paints.)

உறிஞ்சி ஒளிவீசும் வர்ணப்பூச்சுகள்

இவ்வகைப் பூச்சுகள் புற ஊதா அல்லது ஊதா நிறக் கதிர்களை உறிஞ்சி, கண் பார்வைக்குள் அடங்கிய நிற ஒளிக் கதிர்களை வெளியிடுகின்றன. இவைகள் ஒளிருவதற்கு தொடர்ந்து புற உதா அல்லது ஊதா நிறக் கதிர்கள் இப் பூச்சுக்களின்மீது விழ வேண்டும்.

உறிஞ்சி ஒளி வீசும் தன்மையைப் பல நிறப் பொருள்கள் பெற்றுள்ளன. அவைகளுள் துத்தநாக சல்ஃபைடும், காட்மியம் சல் பைடும் முக்கியமானவைகளாகும் இந்த நிறப்பொருள் களுடன் பிற பொருள்களைக் கலப்பதன்மூலம், ஒளிரும் கதிர்களின் நிறங்களை மாற்றியமைக்கலாம். துத்தநாக சல்ஃபைடுடன் மிகச் சிறிய அளவு வெள்ளி சல்ஃபைடைக் கலந்தால், நீல நிற ஒளிக் கதிர்கள் வெளியேறுகின்றன. துத்தநாக சல்ஃபைடுடன் சிறிதளவு காப்பர் சல்ஃபைடைக் கலந்தால் பச்சை நிற ஒளி வீசுகின்றது. 80 சதவீதம் துத்தநாக சல்ஃபைடும், 18 சதவீதம் காட்மியம் சல்ஃபைடும், 2 சதவீதம் காப்பர் சல்ஃபைடும் உள்ள கலவை மஞ்சள் நிற ஒளியைத் தருகின்றது. துத்தநாக சல் பைடு 70 சதவீதமும், காட்மியம் சல்ஃபைடு 30 சதவீதமும் கலந்துள்ள கலவை ஆரஞ்சு நிற ஒளியைத் தருகின்றது. துத்த நாக சல்ஃபைடும், காட்மியம் சல்ஃபைடும் சம அளவில் கலந்துள்ள கலவை சிகப்புநிற ஒளியைத் தருகின்றது.

இவ்வகை வர்ணப் பூச்சுகளின் நிறங்கள் அவைகள் உறிஞ்சி வெளியிடும் நிறங்களிலிருந்து பொதுவாக மாறுபட்டேயுள்ளன. இரண்டு நிறங்களும் ஒத்ததாக இருக்கவேண்டுமாயின் வர்ணப் பூச்சு தயாரிப்பின்பொழுது, கரிம நிறப் பொருள்களைச் சேர்க்க வேண்டும். இவ்வாறு கரிம நிறப் பொருள்கள் சேர்க்கப் படுவதால் வர்ணப் பூச்சுகளின் உறிஞ்சி ஒளி வீசும் திறன் வெகுவாகக் குறைகின்றது.

பல கரிம சாயப் பொருள்கள் புற ஊதா நிற ஒளி அலைகளின் முன்னிலையில் பளிச்சிட்டு ஒளிரும் நிறங்களை உதிர்க்கின்றன

கரிம சாயப் பொருள்களின் நிறங்கள் நீண்ட நாட்களுக்கு நிலைத்திருப்பதில்லை. மேலும் இந்த சாயப் பொருள்கள் சூரிய ஒளியினால் பாதிக்கப்பட்டுச் சிதைவுறுகின்றன. எனவே, இவற்றை வெளிப்புறத்தில் பயன்படும் ஒளிரும் வர்ணப் பூச்சுகள் தயாரிப்பில் பயன்படுத்துவதில்லை.

சூரிய ஒளி படாத இடங்களில் தேவைப்படும் ஒளிரும் வர்ணப் பூச்சுகளில் கரிம சாயப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. தேசப் படங்கள் தயாரிப்பதிலும், ஒளிரும் அச்சுமை கடிகாரம் மற்றும் பிற சாதனங்களின் முகப்புகள், விளம்பரச் சைகைகள் போன்ற தயாரிப்புகள் ஆகியவைகளில் உறிஞ்சி ஒளிவீசும் கரிமச் சாயப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நின்று ஒளிவீசும் வர்ணப் பூச்சுகள்

இவ்வகை வர்ணப் பூச்சுகள் நிற ஒளிக்கதிர்களை உட்கிரகித்து பின் தொடர்ந்து ஒளிரும் பண்பினைப் பெற்றுள்ளன. இவைகள் ஒளிரும்பொழுது, நிற ஒளிக் கதிர்கள் இதன்மீது விழவேண்டு மென்பதில்லை. நின்று ஒளிவீசும் பொருள்களை மேலும் இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன: (1) ஒளியைக் கிரகித்தபின், மிக்க அளவு ஒளியைச் சில மணி நேரத்திற்கு மட்டும் ஒளிர்விக்ககூடியவை. (2) குறைந்த அளவில், ஆனால் நீண்ட காலத்திற்கு ஒளிர்விக்கக் கூடியவை.

ஒளியைக் கிரகித்து சில மணிநேரம் மட்டும் மிக்க அளவில் ஒளிர்விக்கக்கூடிய நிறப்பொருள்களுக்கு, மாசுள்ள துத்தநாக சல்ஃபைடையும், கால்சியம் சல்ஃபைடையும் எடுத்துக் காட்டுகளாகக் கூறலாம். நிறப் பொருள்களின் பௌதிக நிலையும், ஒளிரக்கூடிய திறனைப் பாதிப்பதாக உள்ளது. பொதுவாக, இவ்வகையைச் சேர்ந்த நிறப் பொருள்கள் பெரும் துகள்களாகவே இருக்கின்றன. இவை பெரும்பாலும், பச்சை, மஞ்சள், ஆரஞ்சு நிறங்களையே ஒளிர்பிக்கக் கூடிய தன்மையையும் பெற்றுள்ளன.

துத்தநாக சல்ஃபைடு அல்லது கால்சியம் சல்ஃபைடு நிறப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் ஒளிரும் வர்ணப் பூச்சுகள், வெளிப் பார்வைக்கு லித்வஃபோன் நிறப்பொருளைப் பயன்படுத்தியதுபோலத் தோன்றும். நிறப் பொருள்களின் துகள்கள் பெரியவைகளாக இருத்தலால் இவற்றின் மூடும் திறன் மிகக் குறைவாக உள்ளது. இவ்வகை வர்ணப்பூச்சுகள் பத்து விநாடிகள் முதல் ஒரு நிமிடம் வரை கண்களுக்கு அடங்கிய ஒளி அலைகளினால் (visible light) பாதிக்கப்பட்டால் பின்பு, ஒளியை

நீக்கியபின்பும் தொடர்ந்து நின்று ஒளிவீசும் பண்பைப் பெற்றுள்ளன. இவைகள் நேரே சூரிய ஒளி தாக்காத பொருள் களின் மீதும் வீட்டின் உட்புறம் உள்ள பொருள்களின் மீதும் பூசப் பட்டால், நீண்ட நாட்களுக்குக் கெட்டழியாமல் நிரந்தரமா உள்ளன.

ஒளியை கிரகித்தபின் நீண்ட காலத்திற்குக் குறைவான அளவில் நின்று ஒளிவீசக்கூடிய நிறப் பொருள்களில், கால்சியம் சல்ஃபைடும், ஸ்ட்ரான்ஷியம் சல்ஃபைடும் அவற்றின் கலவையும் முக்கியமானவைகளாகும். நின்று ஒளிவீசும் வர்ணப் பூச்சுகள், பொதுவாக ஊதா, நீலம், நீலப் பச்சை போன்ற பலவகை நிறங்களை ஒளிர்விக்கக்கூடியவைகளாக உள்ளன. நின்று ஒளிரும் வர்ணப் பொருள்களுடன் மிகச் சிறிய அளவில் திறன் மிக்க சில உப்புகளை மாசுப் பொருள்களாகக் கலப்பதன்மூலம், ஒளிரும் நிறத்தின் தன்மையை மாற்றியமைக்கலாம். யூரேனியம் உப்புகளைக் கலப்பதன்மூலம் நீலநிறமும், சீரிய உப்புகளைக் கலப்பதன்மூலம் மஞ்சள் கலந்த சிகப்பு நிறமும், ஆன்டிமொனி உப்புகளைக் கலப்பதன்மூலம் மஞ்சள் கலந்த பச்சை நிறமும், மாங்கனீச சல்ஃபைடை கலப்பதன்மூலம் பொன் மஞ்சள் நிறமும், காப்பர் உப்புகளைக் கலப்பதன்மூலம் பொன் நிறமும், காரீய உப்புக்களைக் கலப்பதன்மூலம் நீலம் கலந்த பச்சை நிறமும், மாலி பிடினியம் சல்ஃபைடைக் கலப்பதன்மூலம் ஆரஞ்சு நிறமும் ஒளிரும் நிறங்களாகக் கிடைக்கின்றன.

நின்று ஒளிரும் நிறப் பொருள்களில் பெரும் பாலானவை சல்ஃபைடு உப்புகளாக உள்ளதால், அவைகள் நீராற் பகுத்தல் போன்ற வேதிவினைகள் மூலம் சிதையாமல் இருக்க வேண்டும்.

மேலும் எண்ணெய் உலர்ந்து உண்டாகும் திண்மப் படலம் நிறமற்றதாகவும், ஒளி புகக்கூடிய பொருளாகவும் இருத்தல் வேண்டும். திண்மப் படலத்தினுள் நீர் எவ்வடிவத்திலும் உட் புகாதவாறு தொடர்ச்சியாக நுண்துளைகள் எதுவுமின்றி இருத் தலும் அவசியமாகின்றது. எனவே, கெட்டியான சிறந்த திண்மப் படலங்களைக் கொடுக்கக் கூடிய எண்ணெய்ப் பொருள்களையே இவ்வகை வர்ணத்தயாரிப்புகளில் பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

நின்று ஒளிவீசும் பொருள்கள், ஒளி கிரகிக்க எடுத்துக் கொண்ட நேரத்தைப்போல் மும்மடங்கு ஒளிரக்கூடிய தன்மை யைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால் நின்று ஒளிவீசும் காலமும், நிறமும்,

செறிவும் நிறப்பொருள்களின் பரிமாணத்தையும், மாசுக்களின் தன்மைகளையும் பொறுத்துள்ளன.

நின்று ஒளிவீசும் வர்ணப் பூச்சுகள், வழி காட்டிகளின்மீது பூசுவதற்கும், பாதுகாப்புச் சாதனங்கள்மீது பூசுவதற்கும், பொது இடங்களில் விளக்குகள் திடீரென அணைந்துவிட்டால் வழிகளைக் காண்பிக்கவும் பயன்படுகின்றன.

கதிர்வீசும் நிறம் பொருள்களைக் கலந்து சில சிறப்பு வர்ணப் பூச்சுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவற்றைக் கெடிகார முட்க ன் மீதும், முகப்பிலுள்ள எண்களை எழுதவும் பயன்படுத்துகின்றனர். கதிர் வீசுப்பொருள்கள் கலந்திருத்தலால், இப்பூச்சுக்களிலுள்ள நின்று ஒளிவீசும் பொருள்கள் எப்பொழுதும் கிளர்வு பெற்று தொடர்ந்து ஒளிரும் தன்மையைப் பெறுகின்றன.

6·7 ஆண்டுகள் அரைச்சிதைவு நேரத்தைப் பெற்றுள்ள தோரியம், அல்லது 1·9 ஆண்டுகள் அரைச்சிதைவு நேரத்தைப் பெற்றுள்ள ரேடியோ தோரியம் என்ற கதிர்வீசும் பொருள்கள் இவ்வகைச் சிறப்புப் பூச்சுக்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தோரியம் பிஸ்மத் உப்புகளில் சிறிதளவு கலந்தால் இப் பூச்சுக்களின் ஒளிரும் திறன் மேலும் அதிகமாகின்றது.

மெருகெண்ணெய்ப் பூச்சுகள் (Varinshes)

மெருகெண்ணெய், நிறமற்ற ஒளிபுகக்கூடிய நீர்மப் பொருளாகும். இதில் ரெசின் என அழைக்கப்படும் கரிமப் பொருள், கூழ்நிலையில் பிரிகையடைந்து ஒரு பிரிகை ஊடகத்தில் பரவியிருக்கும்.

மெருகெண்ணெயில் நிறப்பொருள்கள் இருப்பதில்லை. இவ்வகையில் இது வர்ணப் பூச்சுகளிலிருந்து மாறுபட்டது எனக்கொள்ளலாம். மேலும் மெருகெண்ணெய் மரச்சாமான்களின் மீது மட்டும்தான் பூசுவதற்கு உபயோகப்படுகின்றது. வர்ணப் பூச்சுகள், மரச் சாமான்கள், உலோகப் பொருள்கள் இரண்டின் மேலும் பூசப்படுகின்றன. மெருகெண்ணெய், மரச்சாமான்கள் மீது பூசப்படும் பொழுது, அது உலர்ந்து ஒரு மெல்லிய திண்மப் படலமாக உருவாகின்றது. இப் படலத்தின்வழியே ஒளி புகக்கூடியதாகையால், மர ரேகைகள் மறைக்கப்படாமலும், பளபளப்பாயிருப்பதால் மிக்க பொலிவுடனும் மரச் சாமான்கள் இருப்பதற்கும் மெருகெண்ணெய்ப் பூச்சு உதவுகின்றது. மரச் சாமான்கள்

காலப் போக்கில் மக்கி கெட்டழிவதிலிருந்தும் மெருகெண்ணெய்ப் பூச்சுகள் காப்பாற்றுகின்றன.

மெருகெண்ணெயிலுள்ள பிரிகை ஊடகத்தின் தன்மைக்கேற்ப, இருபெரும் பிரிவுகளாக மெருகெண்ணெயைப் பாகுபடுத்தலாம். அவைகளாவன:- (1) ஸ்பிரிட் மெருகெண்ணெய் (2) எண்ணெய் மெருகெண்ணெய். இருவகை மெருகெண்ணெய்களிலும் பிரிகைப் பொருளாக ரெசின்கள் உள்ளன. சிக்கலான அரக்க மூலக் கூறுகளாலான கரிமப் பொருள்களுக்கு ரெசின்கள் என்ற பொதுப் பெயர் வழங்கப்படுகின்றது. இவை ஒரு குறிப்பிட்ட மூலக்கூறு வாய்பாட்டைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இவைகளின் உருகுநிலையும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையாக இருப்பதில்லை. இவைகள், திண்மப்பொருள்களாகவோ அல்லது நீர்மத்திற்கும் திண்மத்திற்கும் நடுநிலைப் பொருள்களாகவோ இருக்கின்றன. ரெசின்களை இயற்கை ரெசின்களென்றும். செயற்கை ரெசின்களென்றும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இயற்கை ரெசின்களை அவற்றின் பிறப்பிடத்தையொட்டி, தாவர இன ரெசின்களென்றும், விலங்கின ரெசின்களென்றும் மேலும் இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

இயற்கைத் தாவர இன ரெசின்கள்

பல தாவரங்களின் கிளைகளிலும், வேர்ப் பாகங்களிலும், பிசின் போன்றதொரு பொருள் வெளி வருகின்றது. இது தாவரங்களின் பாகங்களிலிருந்து வெளியேறும்பொழுது நீர்மமாக இருந்தாலும் வாயு மண்டலத்துடன் தொடர்பு கொண்டவுடன் இருகி திண்மப் பொருளாக மாறிவிடுகின்றது. 'கோந்து என அழைக்கப்படும் ஒருவகைப் பிசினும் இம்மாதிரியே தாவரங்களின் பாகங்களிலிருந்து வெளியேறுகின்றது. ஆனால் கோந்து வகையைச் சேர்ந்தவை, நீருடன் கலந்து எளிதில் கூழ்நிலைப் பொருள்களைக் கொடுக்கக் கூடியவை. ரெசின் வகைப் பொருள்கள் நீரில் கரைவதோ அல்லது கூழ்நிலைப் பொருளையோ கொடுப்பதே கிடையாது. தாவர வகைகளிலிருந்து வெளியேறிய ரெசின் சில சமயங்களில் மண்ணில் வெகு காலம் புதையுண்டு கிடப்பதும் உண்டு. தாவர ரெசின்களில் ரோசின், ஆம்பர் என்பவை மிக முக்கியமானவைகளாகும்.

ரோசின், குளிர்ப் பிரதேசங்களில் வளரும் பைன் என்ற ஒரு வகை மரத்திலிருந்து பெறப்படுகின்றது. பைன் மரக்கிளைகளில்

சிறு வெடிப்புகளுள்ள இடங்களில், ஒருவகை நீர்மப் பொருள் வெளியேறித் திண்மப் பொருளாக மாறுகின்றது. இது கருமை கலந்த பொன் நிறமாக உள்ளது இதற்கு பால்சம் (Balsam) என்று பெயர். காற்றுப் புகாத வாலைகளில் பால்சத்தைக் காய்ச்சி வடித்தால், ரோசின் வாலையில் எஞ்சி நிற்கின்றது.

இவ்வாறு பெறப்படும் ரோசின் மரப்பரப்பின்மீது ஊன்றிப் படிவதில்லை. ரோசினைத் தகுந்த வேதிவினைகளுக்கு உட்படுத்தி அதன் மூலக்கூறுகளில் சில மாறுதல்களை ஏற்படுத்துகின்றனர். இவ்வாறு பெறப்படும் ரோசின் வருவிகளை (derivatives) மெருகெண்ணெய்த் தயாரிப்பில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

ஹைட்ரஜனேற்றம் அடைந்த ரோசினும், ரோசினும் கிளிசராலும் சேர்ந்து உண்டாகும் கூட்டுப்பொருளும் மெருகெண்ணெய்த் தயாரிப்பில் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

ஆம்பர் என்ற ரெசின் ஆசியாமைனர், பர்ஷியா போன்ற பிரதேசங்களில் கிடைக்கின்றது. வெகு காலத்திற்கு முன்பு சில தாவரப் பொருள்களிலிருந்து வெளியேறிய இந்த ரெசின்கள் ஆங்காங்கே படிந்து கிடக்கின்றன. இவற்றின் நிறம், கரைதிறன் போன்ற பௌதிகப்பண்புகளும், வெப்பத்தினால் சிதைவுறுதல், பிற பொருள்களுடன் வினையுறுதல் போன்ற வேதிப் பண்புகளும் இவைகள் தாவரங்களிலிருந்து வெளியேறிய காலத்தின் அளவைப் பொறுத்துள்ளன. பொதுவாக, இவைகளின் கரைதிறன் குறைவாக உள்ளது. இவைகள் பொருள்களின் புறப்பரப்பில் நன்கு ஊன்றிப் பற்றிக்கொள்வதில்லை. தக்க வேதி வினைகள் மூலம், இவற்றின் மூலக்கூறுகளை ஓரளவு சிதைத்த பின்பே மெருகெண்ணெய்த் தயாரிப்பில் ஆம்பர் பயன்படுத்தப் படுகின்றது.

விலங்கின் ரெசின்கள்

இவ்வகையில் அவல் அரக்கு என அழைக்கப்படும் ரெசின் மெருகெண்ணெய்த் தயாரிப்புத் தொழிலில் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். அவல் அரக்கு ஒருவகைப் பூச்சியிலிருந்து வெளியேறும் ஒரு கழிவுப்பொருளிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றது.

காக்காடாயீ (coccidae) என்ற இனத்தைச்சேர்ந்த பூச்சிகள் வெப்ப நாடுகளில் வளரும் மரக்கிளைகளின் மேல் தங்கி,

இலைகளையும் மரப்பட்டைகளையும் உணவாகக் கொண்டு வாழ்கின்றன. இந்த இனத்தைச் சேர்ந்த பெண் பூச்சிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட பருவகாலத்தில் ஒருவகைக் கழிவுப்பொருளை வெளியேற்றுகின்றன. இப்பொருள்கள் கிளைகளின் மேற்பரப்பில் படிந்து உலர்ந்துவிடுகின்றன. பருவகால இறுதியில் மரக் கிளைகள் முழுமையும் இவ்வகைக் கழிவுப்பொருள்கள் படிந்து இருக்கின்றன. இவ்வாறு கிளைகளின்மேல் படிந்துள்ள ரெசின் பொருள்களைச் சுரண்டி, ஒன்றுசேர்க்கின்றனர். இதுவே அவல் அரக்கு தயாரிப்பதற்குப் பயன்படும் மூலப்பொருளாகும்.

இந்த கச்சாப் பொருளைச் சுமார் 50°C வெப்பநிலையிலுள்ள நீருடன் சில மணி நேரம் கலக்குகின்றனர். கச்சாப் பொருளிலுள்ள நிறப்பொருள்களிலில் பெரும்பாலானவை நீரில் கரைந்து விடுகின்றன. ரெசின் பொருள்கள்மட்டும் நீரின் அடிமட்டத்தில் படிந்துவிடுகின்றன இவ்வாறு கிடைக்கும் ரெசின்களைச் சேகரித்து சூரிய வெப்பத்தில் உலர்த்துகின்றனர். இதனை விதை அரக்கு (seed lac) எனத் தொழில் துறையில் அழைப்பார்கள். விதை அரக்கை மேலும் சில வேதிவினைகளுக்கு உட்படுத்தி, மெருகெண்ணெய்த் தயாரிப்பில் பயன்படக்கூடிய அவல் அரக்குத் தயாரிக்கப்படுகின்றது.

செயற்கை ரெசின்கள்

இயற்கை ரெசின்கள் பெருமளவில் கிடைத்தபோதிலும் அவைகள் ஓரினமாகவோ (homogeneous), ஒரேவிதமான (uniform) பொருளாகவோ இருப்பதில்லை. இதனால் செயற்கை ரெசின்களும் மெருகெண்ணெய்த் தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. தொழிற்சாலைகளில் பல தரப்பட்ட செயற்கை ரெசின்கள் செய்யமுடியுமாகையால் பலவகை மெருகெண்ணெய்களைத் தயாரிக்கவும் முடிகின்றது.

செயற்கை ரெசின்கள் பலபடியாக்கல் வினைகளையும் சுருக்க வினைகளையும் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இவற்றுள் ஃபீனலிக் ஆல்கலைடு, மலீயிக் யூரியா ரெசின்கள் முக்கியம் வாய்ந்தவைகளாகும். பலவகைக் கச்சாப் பொருள்களைக் கொண்டு, பெருமளவில் இவற்றைத் தயாரிக்கமுடியும். வினைகளின் முடிவில் பெறும் ரெசின்கள் ஓரினமாகவும், கரிம நீர்மங்களில் எளிதில் கரையக்கூடியவைகளாகவும் உள்ளன. மேலும் இவ்வகை ரெசின்கள் எளிதில் பிற வேதிப் பொருள்களால் சிதைவுறுவதில்லை.

ஸ்பிரிட் மெருகெண்ணெய்கள் (Spirit Varnishes)

இவ்வகையில், ரெசின் பொருள்கள், மீத்தைல் ஆல்கஹால் அல்லது மீத்தைல் ஸ்பிரிட் போன்ற கரிமக் கரைப்பான்களில் கரைந்திருக்கின்றன. இவற்றை மரச்சாமான்கள்மீது பூசினவுடன் கரைப்பான் ஆவியாக வெளியேறுகின்றது. ரெசின் ஒரு திண்மப் படலமாகப் படிகின்றது. படலம் கடினமாகவும், ஒளிபுகக் கூடியதாகவும், பளபளப்பாகவும் தொடர்ச்சியாகவும் அமைவதால், மரச்சாமான்கள் மிக்க பொலிவுடன் விளங்குகின்றன. மெருகெண்ணெயிலிருந்து பெறப்படும் படலம் மீண்டும் கரிமக் கரைப்பான்களில் கரையக்கூடியது. ஆனால் வர்ணப்பூச்சுகளில் எண்ணெய் உலருவதால் பெறப்படும் திண்மப் படலம் நீர்க்கும் பொருள் அல்லது கரிம கரைப்பான்களில் கரைவதில்லை. இவ்வகையிலும் மெருகெண்ணெயிலிருந்து பெறப்படும் படலம் வர்ணப்பூச்சுப் படலங்களிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளது குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

ஸ்பிரிட், மெருகெண்ணெய் தயாரிப்பில் பெரும்பாலும் அவல் அரக்கே பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அவல் அரக்கு, கரைப்பான், குழைவுத்தன்மை கொடுக்கும் பொருள்கள், மிகச்சிறிய அளவில் சாயப் பொருள்கள் முதலியவற்றை உருளைவடிவப் பாத்திரங்களில் எடுத்துக்கொண்டு, கலவையை நன்கு கலக்குகின்றனர். கலவையை சிறிது வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம், ரெசின்களும் பிற பொருள்களும் கரைப்பானின் எளிதில் கரைகின்றன. இவ்வாறு பெறப்படும் மெருகெண்ணெய், பெரிய கொள்கலன்களில் சேகரித்து வைக்கப்படுகின்றன. கரைப்பானுல் கரைக்கப்படாத பொருள்கள் கீழே தங்கிவிடுகின்றன. தெளிவான மெருகெண்ணெயை வடிகுழாயின்மூலம் சிறு கண்ணாடிக் குப்பிகளில் அடைத்து விற்பனைக்கு அனுப்புகின்றனர்.

எண்ணெய் மெருகெண்ணெய்கள் (Oil Varnishes)

இவ்வகை மெருகெண்ணெய்களில், ரெசின்கள், கரிம கரைப்பான்கள், உலரும் எண்ணெய்கள் குழைவுத் தன்மை கொடுக்கும் பொருள்கள் போன்றவைகள் கலந்துள்ளன. இதனை மரச்சமான்களின்மீது பூசும்பொழுது, கரிமக் கரைப்பான்கள் ஆவியாக வெளியேறுகின்றன. உலரும் எண்ணெய் வெளி மண்டலத்திலுள்ள ஆக்சிஜனைப் பெற்றுத் தொடர்ச்சியாகச் சில

வேதிவினைகளுக்கு உட்பட்டு ஒரு திண்மப் படலமாக மாறுகின்றது. இத்திண்மப் படலத்தில் ரெசின்களும் படிந்திருத்தலால், படலம் மிக்க கடினமாகவும், தொடர்ச்சியாகவும், வலுவுள்ளதாகவும் இருக்கின்றது. எனவே, இவ்வகை மெருகெண்ணெய்ப் பூச்சுகள் நீண்டகாலம் கெட்டழியாமல் இருக்கின்றன.

ரெசின் பொருள்கள் எளிதில் உலரும் எண்ணெய்களில் கரைவதில்லை. ரெசின் பொருள்களை அலுமினியக் கொள்கலன்களில் எடுத்துக் கொண்டு, 300°C வெப்ப நிலைக்குச் சூடுபடுத்தப் படுகின்றன. இதனால் ரெசின் மூலக்கூறுகள் ஓரளவு சிதைவடைகின்றன. சுமார் 250°C வெப்ப நிலைக்குத் தேவையான உலரும் எண்ணெயை வெப்பப்படுத்தி இரு பொருள்களையும் நன்கு கலக்கின்றனர். இவ்வாறு பெறப்படும் கலவையை மேலும் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குச் சூடுபடுத்தவேண்டும். ரெசின் பொருள்கள் உலரும் எண்ணெயில் கரைந்து, ஒரு கரைசல் கிடைக்கின்றது. இக்கரைசலுடன் கரிமக் கரைப்பான்களும், குழைவுத் தன்மை கொடுக்கக்கூடிய பொருள்களும் நன்கு கலக்கப்பட்டு எண்ணெய் மெருகெண்ணெய்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

எனுமல் பூச்சுக்கள் (Enamel Coatings)

பொதுவாக மிக பளபளப்புடன் கடினமான படலத்தைப் பெற்றுள்ள வர்ணப் பூச்சுக்களை எனுமல் பூச்சுகள் என்று அழைக்கின்றோம். மெருகெண்ணெயும், வர்ணப் பூச்சும் கலந்து கிடைக்கும் பொருளை எனுமல் எனக் கூறலாம். ஒவ்வொரு வகையிலுமுள்ள சிறப்பு அம்சங்களை ஒருங்கே எனுமல் பூச்சுகள் பெற்றுள்ளன. மெருகெண்ணெயைப் போன்ற பளபளப்பும், வர்ணப் பூச்சைப் போன்ற கடினப்படலமும், நிறப்பொருள்கள் படலத்தில் பொதிந்தும், எனுமல் பூச்சுகளில் காணப்படுகின்றன. இவ்வகைப் பூச்சுகள் எளிதில் உலரக்கூடிய பண்பையும் பெற்றுள்ளன. எனுமல் பூச்சுகள் உலோகங்களின்மீதும், மரச் சாமான்கள்மீதும் பூசப்படுகின்றன.

தையல் இயந்திரங்கள், சைக்கிள்கள் போன்ற சாதனங்களின் மீது பூசுவதற்கு சூடு எனுமல் (baking enamel) என்ற ஒரு வகைப் பூச்சு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வகை எனுமலில்,

வெப்பத்தில் உறையும் பிளாஸ்டிக் (thermo-setting plastic) வகையைச் சேர்ந்த ரெசின்கள் கலந்திருக்கும். எனுமல் பூச்சுப் பூசப்பட்டபின், அதனை வெப்பக் காற்றினுல், குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலைக்குச் சூடுபடுத்தி, சில மணி நேரம் அதே வெப்பத்தில் வைத்திருப்பார்கள். அதிக வெப்ப நிலையில், வெப்பத்தில் உறையும் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் திண்மப் படலமாக மாறுகின்றது. இத்திண்மம் எண்ணெய் உலர்ந்து கிடைக்கும் படலம், மெருகெண்ணெய் உலர்வதால் இவற்றிடையே பரவி மிக்க கடினமான படலமாக உருவாகின்றது. அதே சமயத்தில் வழவழப்பும், பளபளப்பும் உள்ள படலமாகவும் அமைகின்றது. இவ்வகைப் பூச்சு நீண்ட நாட்கள் உழைப்பதுடன், வேதிப் பொருள்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, கனிம அமிலங்கள் போன்ற வீரியமுள்ள வேதிப்பொருள்களை ஓரிடத்திலிருந்து மற்ருெரு இடத்திற்கு எடுத்துச்செல்லும் கொள்கலன்களின் உட்புறச் சுவர்களிலும் இந்தச் சிறப்புப் பூச்சுகள் பூசப்படுகின்றது.

அழகெண்ணெய்ப் பூச்சுகள் (Lacquers)

மெருகெண்ணெய்ப் பூச்சுகளின் ஒரு சிறப்பு வகையை அழகெண்ணெய்ப் பூச்சுக்கள் என அழைக்கின்ருேம். செல்லுலோஸ் வருவிகளை ரெசின் பொருள்களாகவும், அமைல் அசிடேட், அசிட்டோன் போன்றவைகளை, கரிமக் கரைப்பான்களாகவும் அழகெண்ணெய்ப் பூச்சுக்கள் கொண்டுள்ளன. இப் பூச்சுகளில் ஏற்படும் திண்மப் படலம் சிறப்பாக இருப்பதற்குக் கரைசலில் குழைவுத் தன்மை கொடுக்கும் காம்ஃபர் (Camphor) போன்ற பொருள்களும், மிகச் சிறிய அலவில் உலரும் எண்ணெயும் சேர்க்கப்படுகின்றன.

அழகெண்ணெய் பூச்சுகள் வெகு சீக்கிரத்தில் உலரக்கூடிய பண்பைப் பெற்றுள்ளன. ஆகவே, தெளித்தல் முறையில் இவை எளிதில் பொருள்களின் மீது பூசப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் நிறப் பொருள்களும், சிறிய அளவில் இயற்கை ரெசின்களும் சேர்க்கப்படுகின்றன. ரெசின்கள் எளிதில் கரைவதற்கு, பென்சீன், சைலீன் போன்ற கரிம நீர்மங்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவை ரெசின் வகைகளைக் கரைப்பதுடன் நீர்க்கும் பொருளாகவும் செயல்படுகின்றன. மேலும், அழகெண்ணெயின் விலையைக் குறைக்கவும், இவ் வகை நீர்மங்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

இவ்வாறு தகுந்த பொருட்களைச் சேர்த்து செய்யப்படும். அழகெண்ணெயிலிருந்து கிடைக்கும் திண்மப் படலம், கரைப்பான்கள் ஆவியாக வெளியேறுவதால் ஏற்படுகின்றது. இப்படலம் மிக்க பளபளப்பாகவும், கடினமாகவும் இருக்கின்றது.

மோட்டார், குளிர்சாதனப்பெட்டி, மரச்சாமான்கள், அழகுப் பொருள்கள் இவைகள் பொலிவுடன் விளங்க அழகெண்ணெய்ப் பூச்சுகள் பயன்படுகின்றன.

பாரஃபின் பூச்சுகள் (Paraffin Coats)

உலோகப் பொருள்களை அரிமானத்திலிருந்து தடுக்கவும், அலோகப் பொருள்களைக் காலப்போக்கில் கெட்டு அழிவதிலிருந்து தடுக்கவும் பொருள்களின்மேல் பலவிதப் பூச்சுகள் பூசப்படுகின்றன. பொருள்களைப் பாதுகாப்பதுடன் அவற்றின் பொலிவை அதிகரிக்கும் பொருட்டும் சில வகைப் பூச்சுகள் பூசப்படுகின்றன.

வர்ணப் பூச்சுகள், எனமல் பூச்சுகள், அழகெண்ணெய்ப் பூச்சுகள் போன்றவைகள் எளிதில் கெட்டழியாமலிருக்கும் பொருட்டு, பாரஃபின் பூச்சு இவ்வகைப் பூச்சுக்களின் மீது பூசப்படுகின்றது. பாரஃபின்படி வரிசையில் திண்ம நிலையிலுள்ள சேர்மங்களை இப் பூச்சுக்குப் பயன்படுத்தலாம். பாரஃபின், நீரை வெறுக்கக்கூடிய தன்மையுடையது. எனவே, பாரஃபின் பூச்சு, பொருள்களின்மீதுள்ள பூச்சை நீர் தாக்காதவாறு ஒரு இடைநிலைப் பூச்சாக அமைந்து, பொருள்களின்மீதுள்ள பூச்சு நீடித்து உழைக்கும்படிச் செய்கின்றது.

'மெழுகு மெருகுகள்' (Wax Polishes) என அழைக்கப்படும் பொருள்கள் யாவும் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவைகளாகும். இவற்றில் முக்கியமாக பாரஃபின் சேர்மங்கள், டர்பென்டைன் போன்ற பொருள்களே உள்ளன. பொருள்களின்மீது பூசப்பட்டிருக்கும் பூச்சுக்களை மெழுகு மெருகுகள் பாதுகாப்பதுடன் அவற்றைப் பொலிவுடன் இருக்கும்படியும் செய்கின்றன. மிக்க மெல்லிய படலமாக அமைந்துள்ள பாரஃபின் பூச்சு, ஒளி புகக்கூடிய பண்பையும், ஒளியைப் பிரதிபலிக்கும் பண்பையும் பெற்றிருப்பதால், பொருள்களின்மீது பூசப்பட்டுள்ள பூச்சின்

நிறம் சிறிதும் மாறுபடாமல் வெளியே தெரியவும், அதே சமயத்தில் பளபளப்புடன் விளங்கவும் உதவுகின்றது.

ஈரம், அல்லது தூசிகள், பாரஃபின் பூச்சைத் தாண்டிப் பொருள்களின்மீது பூசப்பட்டுள்ள பூச்சுகளைத் தாக்க முடிவதில்லை. மேலும், பாரஃபின் மீதுள்ள பொருள்களைத் துடைப்பதன் மூலம் எளிதில் அகற்ற முடியுமாதலால், பொருள்களை எப்பொழுதும் மிக்க பொலிவுடன் வைத்திருக்கமுடியும்.

சில சமயங்களில் பாரஃபின் மெழுகை எஃகுச் சாதனங்களின் மீது தடவி, அவைகளை அரிமானத்தினின்றும் தற்காலிகமாகக் காப்பாற்றலாம்.

நிக்கல், குரோமியம் பூச்சுகள் பூசப்பட்டுள்ள சாதனங்களை, சேகரித்து வைத்திருக்கும்பொழுதும், ஓரிடத்திலிருந்து மற்ரோர் இடத்திற்கு அனுப்பும்பொழுதும், உலோகப் பூச்சுகள் கெட்டழியாமலிருக்கும் பொருட்டுப் பொருள்களின்மீது பாரஃபின் பூச்சுகள் பூசப்படுகின்றன.

BIBLIOGRAPHY

பயன்படும் புத்தகங்கள்

1. Chemistry in Engineering by *Lloyd Munro*, Prentice Hall INC.
2. Chemistry of Engineering Materials by *Robert B. Leig Hou* Mc Graw Hill Book Company.
3. Chemistry for Engineers by *P. C. Sivanesan*, M. SC.
4. Engineering Chemistry by *D K. P. Varadarajan*, M. SC.
5. Engineering Materials by *A. H. White* Mc Graw Hill Book Co.
6. Elements of Physical Chemistry by *Glasstone* Macmillon and Co. Ltd.
7. Chemistry of Engineering Materials by *C. V. Agarwal*, TARA Publications.

கலைச்சொற்கள்

A

Abrasive — தேய்க்கும் பொருள்
Absolute — தனி
Absorption — உறிஞ்சல்
Accurately — துல்லியமாக
Acidity — அமிலத்துவம்
Activated state — கிளர்ச்சியுற்றநிலை
Activity — கிளர்ச்சி
Adsorption — மேற்பரப்பு கவர்ச்சி
Aeration — வாயு ஏற்றம்
Affinity — கவர்ச்சி
Agar-Agar — அகர் அகர்
Algebraic difference — எண்ணியல் வேறுபாடு
Algebraic sum — எண்ணியல் கூட்டு
Alkali — காரம்
Alkaline earth — காரமண்
Allotropy — புறவேற்றுமை
Alternate — ஒன்றுவிட்ட
Alternating current — மாற்று மின்னோட்டம்
Amalgam — ரசக்கலவை
Analysis — பகுப்பு
Anhydride — ஈரற்ற
Anion — நேர்மின் அயனி
Annealing — மெல்ல கட்டுப்படுத்தி ஆற்றுதல்
Anodic protection — நேர்மின் தடுப்பு
Anodizing — நேர்முனையாக்கல்
Anomaly — முரண்பாடு
Antichlor — குளோரின் நீக்கி
Antidote — மாற்று மருந்து
Antiseptic — நச்சுக் கொல்லி
Antiskinning — உரிப்பைத் தடுக்கும்
Apparatus — சாதனம்
Application — பயன்
Applied science — பயன்முறை அறிவியல்
Approximate — தோராயமாக
Aqueous — நீரிய
Asbestos — கல்நார்
Ascent — ஏற்றம்
Ashless — சாம்பல் கொடுக்காத
Asymmetric — சீர்மையற்ற

Atmosphere — வாயுமண்டலம்
Atom — அணு
Atomic number — அணு எண்

B

Back titration — எஞ்சியதைத் தரம்பார்த்தல்
Back washing — பின்னோக்கி கழுவுதல்
Baffle walls — தடுப்புச் சுவர்கள்
Baking enamel — சூடு எனுமல்
Basic — காரம்
Basicity — காரத்துவம்
Bath — தொட்டி
Battery — மின் அடுக்கு
Binding screw — பிணைத் திருகு
Biochemical — உயிர் வேதியல்
Biochemistry — உ யிர் வேதி
Bleaching powder — சலவைத் தூள்
Blow down operation — பீறீட்டு இயக்குமுறை
Blowing — ஊது
Boiler — கொதிகலன்
Boiler scale — கொதிகல செதில்
Boiling point — கொதி நிலை
Bond — பிணைப்பு
Brake point — முறி புள்ளி
Brass — பித்தளை
Brick — சூளைக்கல்
Bridge circuit — சுற்று அமைப்பு
Brittle — நொருங்கும் இயல்பு
Bronze — வெண்கலம்
Brush — தூரிகை
Bye product — உடன் விளைவுப் பொருள்

C

Calcination — நீற்றுதல்
Calculate — கணக்கிடு
Calomel — காலமல் அல்லது பூரம்
Capacity — கொள்ளளவு
Casting — வார்ப்பு
Castor — ஆமணக்கு
Catalyst — வினைவேகமாற்றி
Cathode — எதிர்மின்முனை, எதிர்மின் வாய்
Cation — எதிர்மின் அயனி
Caustic alkali — கடுங்காரம்
Caustic embrittlement — காரம் பொடியாகுதல்

Cell (Crystallography)	—	கூடு
Cell (Electrical)	—	மின் கலம்
Cell constant	—	கல மாறிலி
Cementation	—	ஊடுறவச் செய்தல்
Centrifuge	—	மையவிலகுசாதனம்
Ceramics	—	பீங்கான்
Chain	—	சங்கிலி
Charge	—	சுமை
Charging	—	மின்ஏற்றம் அடைய
Chart	—	விளக்கப்படம்
Chemical	—	வேதிய
Chimney	—	புகைப்போக்கி
China clay	—	பீங்கான் கழிமண், வெண் கழிமண்
Chlorination	—	குளோரினேற்றம்
Circuit	—	சுற்று
Classification	—	வகையீடு
Coagulant	—	திரிதல் பொருள்
Coagulation	—	திரிதல்
Coalesce	—	ஒன்றுசேர்தல்
Coat	—	பூச்சு
Coating	—	பூச்சு
Coefficient of linear expansion	—	நீள்விரிவு எண்
Colloid	—	கூழ்
Colour	—	நிறம்
Combined	—	சேர்க்கை, கூட்டு
Common ion effect	—	பொது அயனி விளைவு
Commutator	—	மின் திசை மாற்றி
Compact	—	நெருக்கமான
Complexion	—	அணைவு அயனி
Composition	—	அமைப்பு
Compound	—	சேர்மம்
Compresser	—	இறுக்கி
Compression stress	—	இறுக்குத் தகைவு
Concealed wiring	—	மின் கம்பிகள் மறைவாக அமைத்தல்
Concentration	—	அடர்வு
Concentration cell	—	அடர்வு சார் மின்கலம்
Concentric tubes	—	பொது மையக் குழாய்
Concept	—	கருத்து
Condensation	—	சுருக்கு வினை

Conductance — கடத்து திறன்
Conductivity cell — மின்கடத்துத்திறன் அறிகலன்
Conductivity water — மின்கடத்து நீர்
Conductometric titration — மின் கடத்தி தரம் பார்த்தல்
Conductor — மின்கடத்தி
Configuration — உருவ அமைப்பு
Conjugate — ஒன்றுவிட்ட
Consecutive — தொடர்ந்த
Constant — மாறிலி
Content — உள்ளடக்கம்
Contrary — மாறுபட்ட
Control — கட்டுப் படுத்துதல்
Co-polym risatlon — இணை பலபடியாக்கல்
Corrosion — அரிமானம்
Counter current — முரணோட்டம்
Couple — இரட்டை
Cracking — பிளத்தல்
Crevice — வெடிப்பு
Criterion — ஆதாரம்
Crucible — புடக் குகை
Crude — கச்சா
Crystal — படிகம்
Cubic system — கன சதுர அமைப்பு
Current — மின்னோட்டம்
Current density — மின் அடர்த்தி
Curve — வளைவு கோடு

D

Data — புள்ளி விபரம்
Deaeration — வாயு நீக்கம்
Decantation — தெளிய வைத்து இறுத்தல்
Decay — அழிவு
Decompose — சிதைதல்
Decomposition potential — பிரிகை மின் அழுத்தம்
Defect — குறைபாடு
Define — வரையறு
Definition — வரையறை
Dehydrate — நீரை நீக்குதல்
Dehydrogenation — ஹைட்ரஜன் நீக்கம்
Deliquescence — நீர்த்தல்

Demineralisation — கனிம நீக்கம்
Density — அடர்த்தி
Depolariser — தள விளைவு நீக்கி
Derivative — வருவி
Dessieator — ஈர உலர்த்தி
Destructive distillation — சிதைத்து வடித்தல்
Diagram — வரை படம்
Dialysis — கூழ் படிக வேருக்கல்
Diamond — வைரம்
Diaphram — விதானம்
Dielectric loss — மின் இழப்பு
Differential aeration — காற்றேட்ட மாறுபாடு
Dilutlon — விளாவுதல்
Dipole — இரு முனையி
Discharge — மின் இறக்கம்
Discrepency — முரண்பாடு
Displacement — இடப் பெயர்ச்சி
Dissociation — பிரிகை
Dissolved — கரைந்துள்ள
Double layer — இரட்டை அடுக்கு
Double bond — இரட்டைப் பிணைப்பு
Drier — உலர்த்தி
Dropping funnel — சொட்டுப் புனல்
Driving force — தள்ளும் விசை
Ductile — கம்பியாகும் தன்மை
Dye — சாயம்
Dynamic equilibrium — இயங்கு சம நிலை

E

Earth Strata — மண் படலங்கள்
Eccentric — வேற்றுமைய
Effect — விளைவு
Efficiency — திறன்
Egg white — வெள்ளைக் கரு
Elasticity — மீட்சி
Electrical — மின்
Electrical double layer — மின் இரட்டை அடுக்கு
Electric charge — மின் சுமை
Electric curment — மின்னோட்டம்
Electric field — மின் புலம்

Electro chemical equivalent	—	மின் வேதிய சம எடை
Electrode	—	மின் முனை
Electro chemistry	—	மின் வேதியல்
Electrode potential	—	மின் அழுத்த மதிப்பு
Electrolysis	—	மின்பகுப்பு
Electrolyte	—	மின்பகுபொருள்
Electrolytic cell	—	மின்பகுப்பு கலம்
Electrophoresis	—	மின் முனைக் கவர்ச்சி மின் இயக்க விசை அல்லது
Electromotive force	—	மின் வந்து விசை
Electron	—	எலக்ட்ரான்
Electro plating	—	மின்முலாம பூச்சு
Electro static field	—	நிலை நுண் புலம்
Emery paper	—	உப்புத்தாள்
Emulsifier	—	பாலமம், ஆக்கி
Emulsion	—	பால்மம்
Energy	—	ஆற்றல்
Environment	—	சூழ் நிலை
Epsom salt	—	பேதி உப்பு
Equation	—	சமன்பாடு
Equilibrium	—	சமநிலை
Equivalent	—	சமான
Equipment	—	சாதனம்
Equivalent weight	—	சமான எடை
Erichrome black	—	எரிக்குரோம் கருப்பு
Errosion	—	தேய்தல்
Essential oil	—	எசன்ஸ் எண்ணெய்
Esters	—	எஸ்டர்
Estimation	—	நிர்ணயத்தல்
Etching	—	அரித்தெடுத்தல்
Example	—	மேற்க்கோள்
Exchange	—	பரிமாற்றம்
Excited state	—	கிளர்வுற்ற நிலை
Explosive	—	வெடிபொருள்
Exposure	—	காட்டுதல்
Exprcssion	—	கோவை
Extender	—	பரப்பிகள்
Extensive	—	புற இயல்பு
External stress	—	வெளித்தகைவு
Extraction	—	சாறு இறக்கல்

F

Face centred cell — முகப்புமையக் கூடு
Factor — குணகம்
Fall — வீழ்ச்சி
Fats — கொழுப்பு
Fibre — இழை
Filter bed — வடிகட்டும் படுகை
Fire proof — தீப்பற்ரு
Flake lac — அவல் அரக்கு
Flash point — தீப்பற்றும் நிலை
Floatation process — மிதப்பு முறை
Floculent — மெல்லிழைத்திறல்
Flow sheet — செயல்முறை சுருக்கம்
Fluidity — பாய்தன்மை
Fluorescence — இளர் ஒளிவீச்சல்
Fluorescent — உறிஞ்சி ஒளிவீசும்
Flux — கிளக்கி
Formula — வாய்ப்பாடு
Friction — உராய்வு
Frothing — நுரைத்தல்
Fuel — எரிபொருள்
Furnace — உலை
Fusion — உருக்குதல்
Functional group — வினைசெயல்தொகுதி

G

Galvanometer — மின்னோட்டம்காட்டி
Gas — வாயு
Gauze wire — கம்பிவலை
Gel — கட்டிக்கூழ்
Gelatinous — ஊண்பசை
Glass electrode — கண்ணாடிமின் முனை
Glass wool — கண்ணாடிப் பஞ்சு
Graphite — எழுதுகரி
Granulated — சிறுமணியான
Gravimetric — எடையறி, நிறையறி
Gravitation — ஈர்ப்புவிசை
Group — தொகுதி
Gum arabic — கருவேலம்பிசின்

H

Halogens — உப்பினிகள்
Hard warter — வன்னீர்
Heat — வெப்பம்
Heat treatment — வெப்பப் பதனிடுதல்
Heavy chemicals — கனரக வேதிப் பொருள்கள்
Heavy metal — கன உலோகம்
Heavy water — கன நீர்
Hiding power — மூடும் திறன்
Homogeneous — ஒரினமாக
Hot dipping — வெப்பம் தோய்த்தல்
Humidity — ஈரப்பதம்
Hydrated — நீர்சூழ்
Hydrolysis — நீராற்பகுத்தல்
Hygrospic — நீர் உறிஞ்சும்
Hypothesis — கருதுகோள்

I

Ignite — சூடு
Impact — தாக்கு
Impurity — மாசு
Inactive — வீரியமற்ற
Independent mobility — தனித்து நகரல்
Indicator — நிறங்காட்டி
Induced — தூண்டப்பட்ட
Induction coil — தூண்டும் சுருள் கம்பி
Infinite — முடிவிலி
Inflammable — தீப்பற்றக் கூடிய
Ingot — உலோகக் கட்டி
Inhibition — தடுக்கும் தன்மை
Inhibitor — தடுக்கும் பொருள்
Inorganic — கனிம
Insulator — அரிதில் கடத்தி, காப்பான்
Interference — குறுக்கீடு
Intermittent — விட்டு விட்டு
Internal stress — உள் தகைவு
Interstitial eompound — இடைச் செருகல் சேர்மம்
Ion — அயனி
Ion exchange — அயனி மாற்றம்
Ionic charge — அயனி மின்னேற்ற எண்

Ionic product	—	அயனிப் பெருக்கம்
Ionisation constant	—	அயனியாக்கல் மாறிலி
Irreversible	—	மீள் தன்மை இல்லாத

K

Kaolin	—	வெண் களிமண்
Kiln	—	சூளை
Kinetic theory	—	இயக்கக் கொள்கை

L

Laboratory	—	சோதனைக் கூடம், ஆய்வுக் கூடம்
Lacquer	—	அழகெண்ணெய்
Lacteral strees	—	இறுக்கு விசை
Lakes	—	படிவம்
Latent heat	—	உள்ளுறை வெப்பம்
Lead battery	—	காரீய மின்னடுக்கு
Light oil	—	குறை செறிவு எண்ணெய்
Lime slurry	—	சுண்ணாம்புக் குழம்பு
Lime water	—	சுண்ணாம்பு நீர்
Limestone	—	சுண்ணாம்புக் கல்
Liquid junction	—	நீர்ம இணைப்பு
Local action	—	உள்ளிடை நிகழ்ச்சி
Loose soii	—	தளர்வான மண்
Lubricating oil	—	மசகு எண்ணெய்
Luminiscence	—	ஒளிர்வு
Luminous paint	—	ஒளிதரு பூச்சு

M

Macro analysis	—	பேரளவு பகுத்தல்
Magnetic	—	காந்த
Malleable	—	தகடாகத்தக்க
Mass	—	பொருண்மை, நிறை
Matte	—	மட்டி
Mechanical	—	எந்திர
Mechanism	—	வழி முறை
Measurement	—	அளவீடு, அளத்தல்
Metallurgical	—	உலோகவியல்
Medium	—	ஊடகம்
Metal washer	—	உலோக வில்லை
Mica	—	மைகா

Micro analysis	—	நுட்ப பகுப்பு
Microscopic	—	மிக நுண்ணிய
Microscopic organism	—	நுண்ணியிர் பொருட்கள்
Migration	—	இடப்பெயர்ச்சி
Mild steel	—	மெது எஃகு
Milk of lime	—	சுண்ணும்புக் குழம்பு
Mineral	—	கனிமம்
Minute	—	நுண்ணிய
Misnomer	—	ஒவ்வாத பெயர்
Mixture	—	கலவை
Mobility	—	நகர்வேகம்
Modified	—	மாற்றியமைக்கப்பட்ட
Molecule	—	மூலக்கூறு
Mordant	—	நிறஊன்றி

N

Negative	—	எதிர்
Neutral	—	நடுநிலை
Non carbonate	—	கார்பனேட் அற்றி
Nomenclature	—	பெயரிடுதல்
Nozzle	—	குழாய் மூக்கு
Nucleus	—	கரு

O

Observation	—	கண்டறிதல்
Occlusion	—	உட் கவர்தல்
Octet	—	எட்டெண்
Opalacent	—	பால்நிரை நிறமுடைய
Opposing force	—	எதிர்க்கும் விசை
Ore	—	உலோகத்தாது
Organic	—	கரிம
Orientation	—	நெறிப்படுத்தப்பட்ட
Ornamental	—	அலங்கார
Osmosis	—	ஊடு பரவல்
Osmotic pressure	—	ஊடு பரவல் அழுத்தம்
Overvoltage	—	மிகை மின்னழுத்தம்
Oxidation	—	ஆக்ஸிஜனேற்றம்
Oxidising agent	—	ஆக்ஸினேற்றி

P

Packing faction — கட்டு பின்னம்
Paint — வர்ணப் பூச்சு
Parallax error — இடமாறு தோற்றப்பிழை
Particle — துகள்
Passive — செயலற்ற
Peat — மரமிகுகறி
Percolate — கசிதல்
Periodic law — ஆவர்த்தன விதி
Permanent hardness — நிரந்தர வன்மை
Phase — நிலைமை
Phosphorescence — நின்று ஒளி வீசும்
Physical — பெளதிக
Pigment — நிறப்பொருள்
Pitch — பிட்ச்
Pit — குழி
Plasticiser — கிளக்கித்துணைகள்
Polarimeter — போலாரி மீட்டர்
Polarisation — துருவகரணம், தல விளைவு
Polarised — முனைவாக்கப்பட்ட
Polymer — பலபடி
Polymerisation — பலபடியாக்குதல்
Porecelein — பீங்கன்
Porous — நுண் துளை மலிந்த
Positive — நேர்
Potentiometric titration — இயக்கவிசை
Practical — செய்முறை
Precipitate — வீழ்படிவு
Pressure — அழுத்தம்
Primary cell — முதன்மை
Priming — முதனிகழ்ச்சி
Principle — தத்துவம்
Procedure — செய்முறை
Process — முறை
Product — விளைபொருள்
Propagation — பரவுதல்
Proof — மெய்ப்பித்தல்
Protective coating — தடுக்கும் போர்வை
Pulverised — பொடியாக்கப்பட்ட

Pumice — நுரைக்கல்
Pungent — நெடியுள்ள
Purity — தூய்மை
Pyrolysis — வெப்பச் சிதைவு

Q

Qualitative — பண்பறி
Quantitative — அளவறி
Quick lime — சுட்ட சுண்ணும்பு

R

Radical — உறுப்பு
Rare gases — அபூர்வ வாயுக்கள்
Rate — விகிதம்
Raw material — கச்சாப்பொருள்
Reactant — வினைபடுபொருள்
Reaction mechanism — வினைவழி முறை
Recharge — மீண்டும் மின்னேற்றமடைய
Redox indicators — ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்க-ஏற்ற காட்டிகள்
Reduction — ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கம்
Reference — மேற்கோள்
Refractory — வெப்பம் தாங்கவல்ல
Refractory index — ஒளி விலகல் எண்
Reinforced concrete — பலப்படுத்தப்பட்ட கற்காரை
Repellant — விலக்குப் பொருள்
Residual — மீதமுள்ள
Resin — பிசின், ரெசின்
Result — முடிவு
Retardant — எதிர் முடுக்கி
Retardation — எதிர் முடுக்கம்
Reversible — மீள்
Rheostate — மின் தடை மாற்றி
Rinse — நனை
Rivet — இறுக்கு ஆணி
Rule — விதி
Rusting — துருப்பிடித்தல்

S

Sacrifical — அர்ப்பணித்தல், (தன்னழிவு)
Salt bridge — உப்புப் பாலம்

Sample — மாதிரி
Sand bath — மணல் தட்டு
Saponification — சோப்பாக்குதல்
Saturated — தெவிட்டிய
Scale — செதிள்
Scattering — சிதறல்
Screen — தடுப்பு
Sealing — முத்திரையிடுதல்
Secondary — இரண்டாவதான
Sediment — வண்டல்
Sedimentaion — வண்டலாகுதல்
Seed lac — விதை அரக்கு
Semi permiable membrane — ஒரு கூறு புக விடும் சவ்வு
Separating funnel — பிரி புனல்
Series — தொடர்ச்சி, கோவை
Side reactions — பக்க விளைவு
Simultaneous — சம கால
Single electrode potential — ஒற்றை மின் முனை அழுத்தம்
Sintered crucible — போக்குப் பளிங்கு
Slag — கசடு
Slit — வெட்டுத்துளை
Sliding contact — வழுக்குத் தொடர்பு
Slime — சேறு
Sludge — சேறு, சகதி
Slurry — சேறு
Soap — சவுக்காரம்
Soft watter — மென்னீர்
Solid solution — திட கரைசல்
Solublity — கரை திறன்
Solublity product — கரை திறன் பெருக்கம்
Solute — கரைபொருள்
Solution — கரைசல்
Solvent — கரைப்பான்
Soot — புகைக்கரி
Soxlet Extractor — சாறு இறக்கும் சாதனம்
Spray — திவலைகளாக தெளித்தல்
Space lattice — கனப் பரிமாண கூடு அமைப்பு
Spent lye — காரமிழந்த கரைசல்
Static electricity — நிலையான மின்சுமை
Sterilization — கிரிமிகளை அழித்தல்

Stainless steel	—	துருப் பிடிக்காத எஃகு
Standard	—	நியம
Standard electrode	—	நியம மின்முனை
Stopper	—	அடைப்பான்
Storage battery	—	தேக்க மின்கல அடுக்க
Strong electrolyte	—	எளிதில் மின்பகு பொருள்
Structure	—	உள்ளமைப்பு
Successive	—	அடுத்தடுத்த, தொடர்ந்த
Surfaee water	—	மேற் பரப்பு நீர்
Suspension	—	தொங்கல்
Symbol	—	குறியீடு
Synthetic	—	தொகுப்பு
Syphon	—	வடி குழாய்
Systematic	—	முறையான

T

Talc	—	சீமைச் சுண்ணும்புக்கல்
Telephone	—	தொலைபேசி
Temperature	—	வெப்ப நிலை
Tempering	—	தோய்த்தல்
Temporary hardness	—	தற்காலிக வன்மை
Tensile strength	—	மீட்சி வலிமை
Tension	—	இழுவிசை
Theoritical	—	அறிமுறை
Theory	—	கொள்கை
Thermal conductivity	—	வெப்பங்கடத்தும் திற
Thermochemistry	—	வெப்பவேதியியல்
Thermodynamics	—	இயக்க ஆற்றலியல்
Thermometer	—	வெப்பமானி
Thermosetting	—	வெப்பத்தில் உறையும்
Thermostat	—	வெப்பநிலை இறுத்தி
Thinner	—	நீர்க்கும் பொருள்
Thixotropic	—	கட்டிக்கூழ் இளகல்
Three dimensional	—	முப்பறிமாணம்
Tinning	—	ஈயம்பூசல்
Titration	—	தரம்பார்த்தல்
Transition stage	—	இடை நிலைத்தன்மை
Transmutation	—	அணுமாற்றம்
Transport number	—	மின்பெயர்ச்சி எண்
Treatment	—	பண்படுத்துதல்

U

Ultramarine — சலவை நீலம்
Underground — பூமிக்குள்
Uniform — சீராக, ஒரேவிதமான
Unit — அலகு
Unit cell — அலகுக் கூடு

V

Vaccum — வெற்றிடம்
Valency — இணை திறன்
Valve — ஒரு வழிக் கதவு
Vapour phase — மெருகெண்ணெய்
Varnish — வாயு நிலைமை, ஆவி நிலைமை
Velocity — வேகம்
Viscosity — பாகியல்
Vitreous — கண்ணாடிப் போன்றி
Volatile — எளிதில் ஆவியாகும்
Volumetric — பருமனறி

W

Waste — கழிவு
Water — நீர்
Water of crystallization — படிக நீர்
Wax polish — மெழுகு மெருகு
Weak electrolyte — எளிதில் மின்பகாப் பொருள்
Welding — உருக்கிப் பிணைத்தல்
White heat — வெண் சூடு
White lead — ஈய வெள்ளை
Wire gauze — கம்பி வலை
Wrought iron — தேனிரும்பு

X

X-Rays — *X*-கதிர்கள்

Y

Yeild — விளைச்சல்

Z

Zero error — தொடக்கம் பிழை
Zine coatiug — துத்த நாகப் பூச்சு, நாகப் பூச்சு
Zinc white — நாக வெள்ளை
Zinc yellow — நாக மஞ்சள்
Zone — மண்டலம்

பொருட்குறிப்பு அகராதி